



**Irina Cláudia
Borges Monteiro**

**Parques Eólicos - O caso de estudo do PE de
Cabeço de Rainha II**



Universidade de Aveiro Departamento de Geociências
Ano 2010

**Irina Cláudia
Borges Monteiro**

Parques Eólicos - O caso de estudo do PE de Cabeço de Rainha II

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica (2ºCiclo), realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Eduardo Anselmo Ferreira da Silva, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Dr. Jorge Manuel Pessoa Girão Medina
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Dr. Fernando Pedro Ortega de Oliveira Figueiredo
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de
Coimbra.

Dr. Eduardo Anselmo Ferreira da Silva
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro (Orientador)

agradecimentos

Agradeço o incentivo e motivação do meu orientador, Professor Eduardo Silva, também a disponibilidade para em todas as horas me presentear com os melhores conselhos, dicas e ensinamentos.

Agradeço a integração e aprendizagem em Engenharia Civil pela Jayme da Costa, S.A.. Uma oportunidade que enriqueceu, fortaleceu e criou outra definição de responsabilidade em engenharia, na mente de uma Engenheira Geóloga.

Agradeço a meus pais a força e a inspiração para nunca baixar os braços a um desafio, por mais dificuldades que encontre.

Ao Bruno Trindade agradeço apenas o amor que me impede de pronunciar a palavra desistir e me faz sentir capaz de tudo.

palavras-chave

Georecursos, parque eólico, terraplanagens, fundações, relatórios geológicos, maciços dos aerogeradores, valas de cabos de média tensão, edifícios de apoio.

resumo

O presente trabalho apresenta e detalha o trabalho desenvolvido durante os dois anos de construção do “Parque Eólico de Cabeço da Rainha II”, onde o narrador: Irina Cláudia Borges Monteiro exerceu o cargo de director de obra, ao serviço da empresa Jayme da Costa, S.A. Com o título “Parques Eólicos – O caso de estudo do Parque Eólico de Cabeço da Rainha II” está integrado no Mestrado em Engenharia Geológica (2º Ciclo) na Universidade de Aveiro.

Tem como objectivos, abordar todos os procedimentos envolvidos na construção de um Parque Eólico, desde a obtenção da sua licença, passando pela construção de vias de comunicação, geotecnia, edifícios e subestações até iniciar a montagem dos aerogeradores e por fim dar início à produção de energia eléctrica.

keywords

Geo-resources, wind farm, earthworks, foundations, geological reports, massive windmills, ditches for medium voltage cables, support buildings.

abstract

The present work presents and details the work done during the two years of building the "Wind Farm Cabeço da Rainha II", where the narrator: Irina Cláudia Borges Monteiro served as director of work for the company Jayme da Costa S.A. Titled "Wind Farms - The case study of the Wind Park Cabeço da Rainha II" is integrated in the Master Thesis in Geological Engineering (2nd cycle) at the University of Aveiro.

This work aims to address all the procedures involved in building a wind farm, since obtaining the license for construction, to the construction of communication structures, buildings and substations, up to starting the assembly of the turbines, and finally starting the production of electricity.

Índice

Capítulo I – Introdução	9
1. Objectivos Gerais	9
2. Empresa empregadora – Jayme da Costa, S.A.	10
Capítulo II – Enquadramento do tema proposto	11
1. Aposta Portuguesa nas Energias Renováveis Parques Eólicos	11
2. Parques Eólicos – Definição e Constituição	15
3. Parques Eólicos – Estudos prévios	16
Capítulo III – Caso de Estudo: PE Cabeça da Rainha II	21
1. Conceção Geral da Obra	21
1.1 Localização Geográfica da obra	21
1.2 Caracterização da obra	22
1.3 Enquadramento Geológico	23
1.3.1 Condições de Escavabilidade	26
1.3.2 Sismicidade Histórica e enquadramento PE CRII	27
2. Movimentos de Terra, fundações e maciços de apoio	29
2.1 Critérios Gerais	29
2.2 Acessos	32
2.3 Abertura de Fundações e Maciços (E70 e E82)	35
2.3.1 Relatórios Geológicos das Fundações – E 70	38
Relatório Geológico de AG1	38
Relatório Geológico de AG2	42
Relatório Geológico de AG3	44
Relatório Geológico de AG4	47
2.3.2 Maciços dos Aerogeradores – E70	51
Procedimento Geral	51
Aplicação do Betão	53
2.4 Construções de Plataformas	55
2.5 Valas de Cabos de Média Tensão	59
3. Edificações de Apoio	64
3.1 Localização e implantação	64
3.2 Aplicações de Betão	65
3.3 Edifício de Comando – ENERNOVA	67
3.4 Subestação de Oleiros 60/15 KV – EDIS	72
4. Controlo Implementado	78

4.1	<i>Segurança</i>	78
4.1.1	Requisitos Regulamentares e Estatutários	78
4.1.1.1	Identificação de perigos e riscos	83
4.1.1.2	Riscos Especiais/Medidas de prevenção dos riscos	89
4.2	<i>Ambiente</i>	90
4.2.1	Condicionamentos à Execução do Parque	90
4.2.2	Arqueologia	91
4.2.3	Recuperação paisagística	92
5.	Conclusões	95
6.	Bibliografia	97
6.1	<i>Bibliografia referenciada</i>	97
6.2	<i>Bibliografia recomendada</i>	97
Anexos		99
	<i>Anexo I – Projectos</i>	99
	<i>Anexo II – Registos Geológicos</i>	101
	<i>Anexo III – Projectos das Edificações de Apoio</i>	103
	<i>Anexo IV – Plano de Trabalhos</i>	104

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Organigrama da empresa – Jayme da Costa, S.A.	10
Figura 2.1 - Gráfico com a evolução da potência eólica instalada até 2010 e previsão para 2012.	13
Figura 3.1 - Localização Geográfica do PE Cabeço da Rainha II.	21
Figura 3.2. Extracto da Carta Geológica de Portugal (1:500 000).	23
Figura 3.3 - Geometria geral para uma recrava.	25
Figura 3.4 - Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas (Direcção Geral do Ambiente, 1975).	27
Figura 3.5 - Gráfico de relação entre a magnitude dos sismos e sua localização, entre 1991 e 2004.	28
Figura 3.6 - Lista de equipamento de terraplanagem, disponível em obra: (a) Motoniveladora; (b) Giratória Hyundai; (c) Buldozer D5; (d) Giratória Caterpillar; (e) Retroescavadora; (f) Cilindro e Dumper. (g) Camião Cisterna; (h) Camião MAN (3 eixos).	30
Figura 3.7 - (a) Giratória em trabalho de desmatização; (b) Depósito de terra de coberto vegetal, proveniente da desmatização.	30
Figura 3.8 - Exemplo de escavação – Edifício de Comando e Subestação.	31
Figura 3.9 - (a) Aterro da sapata de um Aerogerador; (b) Finalização do aterro da sapata e início do aterro para construção da plataforma.	32
Figura 3.10 - (a) Abertura de um acesso, desmatização; (b) Construção do pavimento com caixa em enrocamento.	33
Figura 3.11 - (a) Colocação de tou-venânt nos acessos; (b) Compactação da camada de tout-venânt.	33
Figura 3.12 - (a) Exemplo de valetas, de acordo com a necessidade de drenagem de cada local; (b) Exemplo de uma passagem hidráulica na entrada de um acesso.	34
Figura 3.13 - (a) Exemplo de uma boca de saída de uma passagem hidráulica; (b) Exemplo de caixa de entrada de uma passagem hidráulica.	34
Figura 3.14 - (a) Aerogerador E70; (b) Aerogerador E82.	36
Figura 3.15 - (a) Escavação de uma fundação para um aerogerador; (b) Escavação concluída e devidamente limpa.	37
Figura 3.16 - (a) Exemplo de um talude durante a escavação; (b) Talude de Ag6, onde foi aplicada rede de aço para contenção.	37
Figura 3.17 - Observação de Ag1, zona Sul.	39

Figura 3.18 - (a) Estão visíveis as famílias de diáclases; (b) Visível a passagem de xistos a metagrauvaques, através do conjunto de falhas, paralelas entre si, registadas na planta.	41
Figura 3.19 - Observação da base de Ag2 após a limpeza manual, vista para Noroeste, como é possível perceber é bastante irregular.	43
Figura 3.20 - (a) Localização da falha F2; (b) Presença de duas famílias de diáclases.	44
Figura 3.21 - Observação de Ag3, vista para Nordeste, onde é possível confirmar a grande irregularidade da base e a presença de diáclases sub-horizontais.	46
Figura 3.22 - Nesta imagem é possível observar o aspecto de uma diáclase ampla com preenchimento de argila.	47
Figura 3.23 - Observação da base de Ag4, vista para Norte, após limpeza da base.	49
Figura 3.24 - Localização da falha F2.	50
Figura 3.25 - (a) Preparação para aplicação do betão de limpeza (E70); (b) Betão de limpeza concluído (E70).	51
Figura 3.26 - Colocada a virola, armadura em curso.	52
Figura 3.27 - Armadura concluída, cofragem montada, betonagem em curso.	52
Figura 3.28 - Betonagem da sapata do aerogerador (E70) concluída.	52
Figura 3.29 - (a) Recolha de provetes; (b) Medição do abaixamento.	53
Figura 3.30 - (a) Vibração do betão no centro da virola; (b) Aplicação e vibração do betão fora da virola.	54
Figura 3.31 - Exemplo de uma plataforma nivelada, com a camada de tout-venant, pronta para estabilização da grua e montagem do aerogerador.	55
Figura 3.32 - Plataforma de Ag6, vista a partir de Ag5.	56
Figura 3.33 - Plataforma de Ag5, panorama a partir do bailéu da grua.	56
Figura 3.34 - (a) Aumento da plataforma de Ag6; (b) Aterro por camadas sucessivas, para aumento da área da plataforma.	57
Figura 3.35 - Rega das camadas intermédias, melhorando a compactação; (b) Compactação com cilindro.	57
Figura 3.36 - Aterro da plataforma de Ag6, concluído; (b) Colocada a camada de tout-venant, concluindo a construção da plataforma.	58
Figura 3.37 - Exemplo de plataforma completamente integrada na morfologia do terreno natural, pronta para montagem do aerogerador.	59
Figura 3.38 - (a) Plataforma de um aerogerador com aplicação da terra de coberto vegetal; (b) Exemplo de um contorno de um aerogerador concluído.	59

Figura 3.39 - (a) Vala de cabos em abertura e limpeza; (b) Vala de cabos limpa, pronta para passagem de cabos.	60
Figura 3.40 - (a) Vala de cabos com a almofada de fundo e os primeiros cabos; (b) Vala de cabos com a primeira protecção de saibro e placas.	62
Figura 3.41 - (a) Vala de cabos á entrada da sapata de um aerogerador; (b) Ultimas protecções antes do aterro da vala de cabos, rede e fita.	63
Figura 3.42 - Escavação em curso para implantação do E. Comando e Subestação.	64
Figura 3.43 - Aplicação de betão nas fundações.	66
Figura 3.44 - (a) Betonagem das fundações do E. Comando; (b) Conclusão de pilares.	67
Figura 3.45 - (a) Betonagem das vigas de cobertura; (b) Colocação das pré-lajes de cobertura; (c) Betonagem da cobertura do Edifício.	68
Figura 3.46 - (a) Aplicação de alvenaria, blocos de cor branca acabamento riscado, á vista; (b) Aplicação da tela de impermeabilização da cobertura, conforme projecto.	69
Figura 3.47 - (a) Cobertura concluída, iniciado o trabalho de serralharias; (b) Entrada dos equipamentos eléctricos em obra e iluminação.	69
Figura 3.48 - Inserção de aparelhagens e celas na sala de quadros.	70
Figura 3.49 - (a) Trabalho de revestimento exterior com painéis Alação; (b) Acabamentos exteriores: Escadas, lancis e passeios.	70
Figura 3.50 (a) Pinturas concluídas, entrada de equipamento Sinalização de segurança e meios de extinção portáteis; (b) Piso anti-estático concluído, aplicação de louças.	71
Figura 3.51 - (a) Aspecto da sala de comando; (b) Instalações eléctricas e serralharias concluídas, piso anti-estático concluído.	71
Figura 3.52 - Edifício de Comando concluído.	72
Figura 3.53 - (a) Armaduras das vigas de fundação e sapatas, betão de limpeza na subestação. (b) Concluídas as fundações.	73
Figura 3.54 - (a) Betonagens dos maciços dos pórticos da subestação; (b) Pilares do Posto de Corte, concluídos.	73
Figura 3.55 - (a) Laje de cobertura do Posto de Corte, maciços da subestação, betonados, iniciada a colocação das estruturas metálicas; (b) Maciços e estruturas metálicas em conclusão.	74
Figura 3.56 - (a) Transformador colocado no respectivo maciço; (b) Aterros entre maciços concluídos, colocação de brita, tampas das caleiras, aplicação de portão e vedação.	74

Figura 3.57 - (a) Assentamento de alvenarias; (b) Rebocos interiores.	75
Figura 3.58 - (a) Drenagens da cobertura e telha aplicada; (b) Entrada das instalações eléctricas e iluminações.	76
Figura 3.59 - (a) Construção do caminho interior em betuminoso, (b) Aplicação do revestimento exterior.	76
Figura 3.60 - Trabalhos de instalações eléctricas em conclusão, piso anti-estático aplicado.	76
Figura 3.61 - (a) Subestação concluída; (b) Posto de Corte da Subestação de Oleiros concluída.	77

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Grau de alteração de um maciço rochoso ("Practical Rock Engineering", Evert Hoek, 2000 Edition).	24
Tabela 3.2 - Grau de fracturação (espaçamento), ("Practical Rock Engineering", Evert Hoek, 2000 Edition).	24
Tabela 3.3 – Classificação da Resistência das Rochas, através de análises expeditas, ISRM ("International Society for Rock Mechanics").	24
Tabela 3.4 - Caracterização geral da fundação de Ag1.	39
Tabela 3.5 - Parâmetros Geotécnicos de Ag1.	40
Tabela 3.6 - Caracterização geral da fundação de Ag2.	42
Tabela 3.7 - Parâmetros Geotécnicos de Ag2.	43
Tabela 3.8 - Caracterização geral da fundação de Ag3.	45
Tabela 3.9 - Parâmetros Geotécnicos de Ag3.	45
Tabela 3.10 - Caracterização geral da fundação de Ag4.	48
Tabela 3.11 - Parâmetros Geotécnicos de Ag4.	49

Capítulo I – Introdução

1. Objectivos Gerais

Esta dissertação pretende expor todo o trabalho inerente à construção de um parque eólico. Para caso de estudo foi seleccionado o Projecto de Implantação do Parque Eólico de Cabeço da Rainha II (PE CRII), que teve uma duração de dois anos e em que a proponente deste trabalho desempenhou a função de director de obra (Construção Civil) e Eng. Geóloga, tudo como colaboradora da empresa Jayme da Costa, S.A..

Esta empreitada tem como dono de obra a Enernova – Novas Energias, do grupo EDP; como empreiteiro geral de Construção Civil e Instalações Eléctricas a empresa Jayme da Costa, S.A. e como promotor (fornecedor dos aerogeradores) a Enercon.

Primeiramente é abordado o conceito de parque eólico como um investimento Português relativamente recente, as razões e vantagens deste tipo de investimento na produção de energia limpa através de um recurso energético – o vento. Ao longo do estudo das razões para esta aposta nas energias renováveis também ficou patente as sérias dificuldades burocráticas a ultrapassar, as quais se encontram aqui sintetizadas.

O presente trabalho tem como objectivo caracterizar e descrever todas as tarefas executadas pelas diversas equipas de trabalho, que em colaboração com as equipas da Jayme da Costa, S.A. projectaram, estudaram, organizaram e executaram todos os trabalhos que resultam na construção do PE CRII. A Empresa Jayme da Costa, S.A., contratou diversos subempreiteiros, nomeadamente empresas para construção dos Edifícios de Comando e Subestação e empresas de terraplanagens para abertura de acessos, fundações, valas de cabos e construção de plataformas para montagem dos aerogeradores, em termos gerais são esses os principais trabalhos desta empreitada.

Como será perceptível da leitura do documento que se apresenta, os trabalhos envolvidos na construção de um parque eólico podem dividir-se em trabalhos de Construção Civil e de natureza Electrotécnica (Instalações Eléctricas).

A presença em obra da autora deste trabalho visava a execução, gestão e planeamento dos trabalhos de Construção Civil, uma vez que foi colocado um responsável para executar as mesmas tarefas relativamente às Instalações Eléctricas.

Para além de direcção de obra, coube à proponente deste trabalho a realização do estudo das fundações para os aerogeradores (AG1, 2, 3 e 4) e a elaboração dos respectivos relatórios de caracterização geológica das fundações.

Em virtude do objectivo principal do trabalho ser a orientação em obra dos trabalhos de construção civil, este relatório centrar-se-á em todos esses trabalhos, enunciando-os, descrevendo os procedimentos de execução e as normas a seguir.

2. Empresa empregadora – Jayme da Costa, S.A.

Fundada em 1916, a Empresa Jayme da Costa foi desde sempre uma conceituada empresa de engenharia e instalações eléctricas, bem como fabricante de diversos equipamentos eléctricos de baixa e média tensão. Os elevados níveis de qualidade apresentados pelos seus produtos estenderam-se também às actividades crescentes no sector da produção de energia. A aquisição, em 1997, da MARPE – Construções e Instalações Técnicas, S.A., empresa sediada em Setúbal, teve como actividade principal o projecto e o desenvolvimento nas áreas de Instalações Técnicas Especiais, Infra-estruturas Urbanas e Construção Civil.

Neste contexto, a Jayme da Costa, S.A., ganhou esta empreitada onde é responsável por toda a parte de construção civil assim como todo o fornecimento de equipamentos eléctricos e sua instalação, na figura 2.1 apresenta-se o organigrama dos sectores da empresa intervenientes nesta obra.

No desenrolar da função da autora, a tempo inteiro em obra, para além de toda a responsabilidade sobre todos os trabalhos da Empresa Jayme da Costa, S.A. nesta empreitada, era obrigação da proponente deste trabalho informar permanentemente o dono de obra sobre o desenvolvimento da obra, que inclusive eram discutidos mensalmente em reuniões de Coordenação de Obra, com a presença dos responsáveis das empresas intervenientes. Diariamente o coordenador da Empresa Jayme da Costa, S.A., recebia a informação actualizada sobre os trabalhos em curso e o seu planeamento, remetia a sua aprovação ou não para execução, o contacto era permanente para qualquer esclarecimento de dúvidas que surgiam em obra assim como para o contínuo ensinamento sobre os melhores métodos e procedimentos a ter em obra, para que nenhum prazo fosse ultrapassado e garantindo a satisfação do cliente.

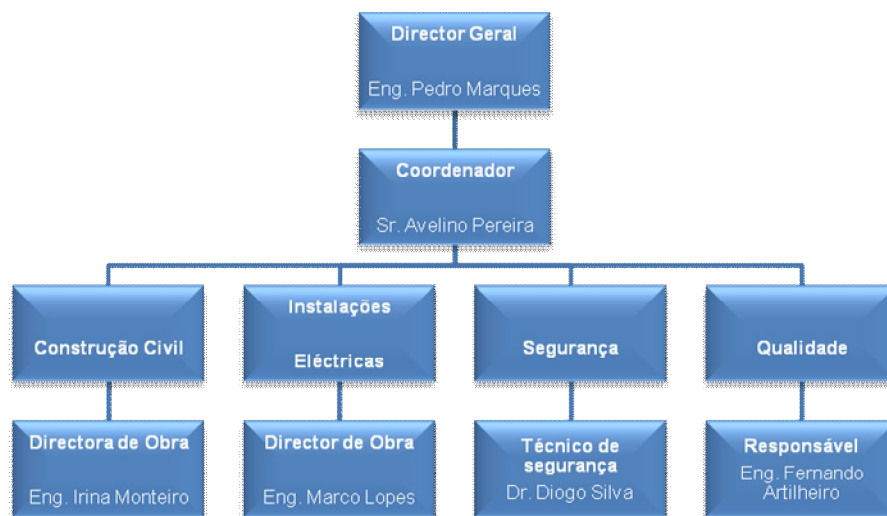


Figura 1.1 - Organigrama da empresa – Jayme da Costa, S.A.

Capítulo II – Enquadramento do tema proposto

1. Aposta Portuguesa nas Energias Renováveis | Parques Eólicos

A incorporação de fontes de energias renováveis, reduzindo o peso das centrais térmicas no sistema produtor eléctrico, foi uma medida de grande importância na prossecução do objectivo de reduzir as emissões gasosas, visando o cumprimento do estabelecido no **Protocolo de Quioto**.

Este protocolo foi discutido e negociado em Quioto, no Japão em 1997, Portugal ratificou em 31 de Maio de 2002, mas oficialmente entrou em vigor em 16 de Fevereiro de 2005. Este tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa (GEE – Gases de Efeito Estufa), considerados, como causa antropogénicas do aquecimento global, propôs um calendário pelo qual os países-membros (principalmente os desenvolvidos) têm a obrigação de reduzir a emissão de gases do efeito estufa em, pelo menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012. Portugal comprometeu-se em limitar o aumento das suas emissões de GEE em 27%, no período entre 2008-2012, em relação às emissões de 1990.

O protocolo estimula os países signatários a cooperarem entre si, através de algumas acções básicas:

- ♣ Reformar os sectores de energia e transportes;
- ♣ Promover o uso de fontes energéticas renováveis; Eliminar mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção;
- ♣ Limitar as emissões de metano na gestão de resíduos e dos sistemas energéticos;
- ♣ Proteger florestas.

Se o Protocolo de Quioto for implementado com sucesso, estima-se que a temperatura global reduza entre 1,4°C e 5,8 °C até 2100 ⁽¹⁾, entretanto, isto dependerá muito das negociações pós período 2008/2012, pois há comunidades científicas que afirmam categoricamente que a meta de redução de 5% em relação aos níveis de 1990 é insuficiente para a mitigação do aquecimento global.

O Investimento Português na construção de parques eólicos, antecede o Protocolo de Quioto, o primeiro parque eólico português foi construído na Ilha de Porto Santo em 1988

⁽¹⁾ "PORTAL ENERGIA - Notícias e Emprego", 09.11.2010, <www.portal-energia.com/protocolo-de-quioto>

e em 1996 foi instalado o primeiro parque eólico no continente, o Parque Eólico de Fonte da Mesa – Serra das Meadas – Lamego, da responsabilidade da Enernova (empresa do Grupo EDP).

Em 2001 o Ministério da Economia lançou o **Programa E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas**, onde assumiram um conjunto de medidas múltiplas e diversificadas mas com a preocupação de reforçar uma visão integrada e coerente, da oferta à procura da energia, com o objectivo de, pela promoção da eficiência energética e da valorização das energias endógenas, contribuir para a melhoria da competitividade da economia portuguesa e para a modernização da nossa sociedade, salvaguardando simultaneamente a qualidade de vida das gerações vindouras pela redução de emissões de CO₂ e visando o compromisso assumido no Protocolo de Quioto. Procurando, ao mesmo tempo, a segurança no abastecimento, a redução da factura energética e a salvaguarda do ambiente, a estratégia E4 assenta em três grandes eixos de intervenção:

- ♣ Diversificação do acesso às formas de energia disponíveis no mercado e aumento das garantias do serviço prestado pelas empresas da oferta energética;
- ♣ Promoção da melhoria da eficiência energética, contribuindo para a redução da intensidade energética do produto interno bruto e da factura energética externa e para a resposta que se impõe quanto às alterações climáticas, dando particular atenção às oportunidades e meios de optimização da eficiência do lado da procura;
- ♣ Promoção da valorização das energias endógenas, nomeadamente a hídrica, a eólica, a biomassa, a solar (térmica e fotovoltaica) e a energia das ondas, num compromisso fortemente dinâmico entre a viabilidade técnico-económicas e as condicionantes ambientais.

No **FORUM “Energias Renováveis em Portugal”**, realizado em 2001, onde a comunidade académica, investigadores e profissionais de diversas áreas se reuniram para uma discussão alargada e abrangente sobre o futuro das energias renováveis em Portugal, o seu real valor e perspectivas futuras, a curto e médio prazo.

Este Fórum surgiu numa altura em que a maioria dos países da União Europeia desenvolvia grandes esforços práticos no sentido de implementarem políticas e planos de desenvolvimento das energias renováveis. Mas também coincidiu com a mudança de Governo e o lançamento do Programa E4, o qual veio introduzir uma nova dinâmica no panorama energético nacional e lançou um conjunto de medidas na área das energias renováveis.

Para discussão destas temáticas foram criados dez grupos temáticos, tantos quanto as áreas das energias renováveis, entre eles a energia eólica.

No caso específico da energia eólica, como é sabido até chegarmos ao nível de desenvolvimento e de investimento na energia eólica dos dias de hoje, existiram diversos obstáculos burocráticos e políticos a ultrapassar, como a ausência de acções de caracterização do potencial eólico, a falta de incentivos ao aproveitamento das energias renováveis em geral, a menor sensibilidade relativamente a problemas de natureza ambiental e as especificidades do caso Português no que respeita à produção e distribuição de electricidade, terão estado na base de algum atraso neste tipo de investimentos e apostas.

Apesar das dificuldades, este quadro sofreu alguns desenvolvimentos de tal forma que em 2001, a potência eólica instalada era de 114 MW, distribuída por 16 parques eólicos com um total de 173 aerogeradores. Mas em 2004, já existiam 441 aerogeradores espalhados por 71 parques, que representavam uma potência de 537 MW, que demonstra a grande e forte aposta em apenas 4 anos. Conforme gráfico da figura 2.1, onde a perspectiva para o ano de 2012 será de uma potência eólica instalada de 5700MW.

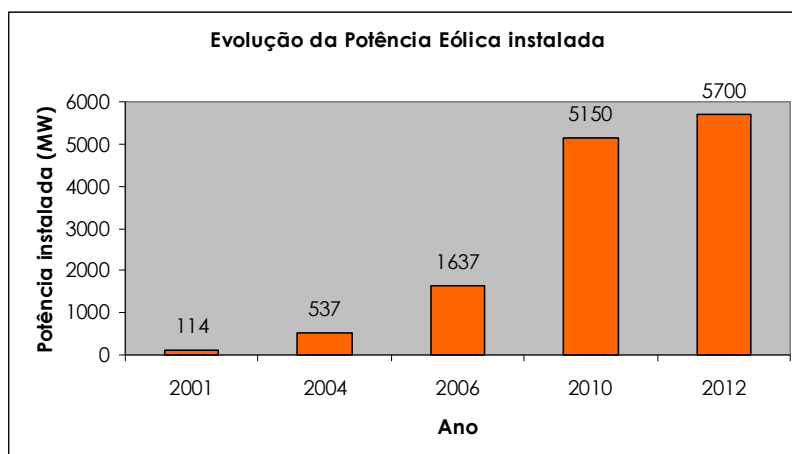


Figura 2.1 - Gráfico com a evolução da potência eólica instalada até 2010 e previsão para 2012.

A 18 de Maio de 2004 a assinatura de duas dezenas de contratos de apoio a projectos de energia eólica, envolvendo um investimento de mais de 273 milhões de euros e um incentivo de cerca de 43 milhões de euros, constituiu, por si só, uma demonstração da consistência das políticas de apoio ao desenvolvimento de energias renováveis. E mostraram igualmente, que a Economia e o Ambiente não são incompatíveis; pelo contrário, podem e devem caminhar lado a lado na prossecução de uma verdadeira

política de desenvolvimento sustentável. Impulsionando para que Portugal assumisse em 2005 o objectivo de ter 39% da energia eléctrica de origem renovável em 2020, esta ambiciosa meta é, por si só, representativa de que as energias renováveis há muito que deixaram de ser encaradas como uma mera curiosidade, com contribuições marginais dentro do sector energético.

No programa do XVIII Governo Constitucional estabelecia que um dos objectivos para Portugal deve ser «liderar a revolução energética» através de diversas metas, entre quais «assegurar a posição de Portugal entre os cinco líderes europeus ao nível dos objectivos em matéria de energias renováveis em 2020 e afirmar Portugal na liderança global na fileira industrial das energias renováveis, de forte capacidade exportadora», neste âmbito em Abril de 2010 definiu a **Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE2020)** onde se salienta os dois objectivos primordiais:

- ♣ Reduzir a dependência energética do País face ao exterior para 74 % em 2020, produzindo, nesta data, a partir de recursos endógenos, o equivalente a 60 milhões de barris anuais de petróleo, com vista à progressiva independência do País face aos combustíveis fósseis;
- ♣ Garantir o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal no contexto das políticas europeias de combate às alterações climáticas, permitindo que em 2020 60 % da electricidade produzida e 31 % do consumo de energia final tenham origem em fontes renováveis e uma redução do 20 % do consumo de energia final nos termos do Pacote Energia-Clima 20-20-20;

A energia eólica tem tido uma forte progressão nos últimos anos, tendo a potência instalada em Portugal passado de 537 MW em 2004 para mais de 3500 MW em 2009. Prevê-se que até 2012 serão instalados 2000 MW adicionais resultantes da capacidade atribuída nos últimos dois anos através processos de concursos. Serão ainda instalados mais 400 MW de potência resultantes da exploração do potencial de sobre-equipamento dos parques existentes.

A estratégia prevê que até 2020 possam ser instalados, também por concurso, outros 3000MW de potência eólica, sendo que a atribuição desta potência dependerá de um conjunto de factores, designadamente da evolução da procura de electricidade, da penetração dos veículos eléctricos, da capacidade de transferir consumos de períodos de ponta para períodos de vazio e também da viabilidade técnica e dos custos das tecnologias eólicas offshore, assim como dos impactos ambientais associados aos diferentes tipos de tecnologia.

Num balanço de seis meses da **ENE2020** o investimento de Portugal nas novas energias é uma aposta económica e social ganha. Só no primeiro semestre de 2010, o País começou a exportar electricidade e já baixou a factura da importação desta energia em 550 milhões de euros, um valor que se estima que se fixe, no final do ano, em 800 milhões de euros.

O crescimento da capacidade instalada de produção renovável permitiu que, com condições favoráveis, Portugal tenha quase eliminado a importação de electricidade no primeiro semestre deste ano, ao atingir uma produção de 66% da electricidade a partir de fontes endógenas e renováveis.

2. Parques Eólicos – Definição e Constituição

Portugal tem grandes tradições na sua história, relativa ao aproveitamento da energia do vento, desde a moagem de cereais à navegação à vela, sendo mesmo pioneiro na utilização da tecnologia.

A Energia Eólica produzida num parque eólico, não é mais do que um reaproveitamento deste recurso energético. O princípio físico do aproveitamento da energia é elementar e baseia-se na utilização da energia do vento para fazer rodar as hélices das turbinas eólicas ou aerogeradores que aproveitam a energia cinética do vento, como um georecurso, convertendo-a em energia eléctrica ou mecânica, para tal os aerogeradores são colocados estrategicamente (em número significativo), em lugares onde o vento é abundante, confirmando a rentabilidade/viabilidade do projecto.

A energia eólica é actualmente uma das energias renováveis mais promissoras devido à facilidade de integração com as redes tradicionais de energia, permitem alimentar populações remotas, com baixo custo de manutenção e produção, onde a rede tradicional de distribuição de electricidade não consegue alcançar, para além de ser alternativa aos combustíveis fósseis.

Nos dias de hoje, o princípio básico mantém-se, optimizado com o recurso às novas tecnologias, a sistemas computadorizados e de telemática que permitem um melhor aproveitamento da energia, bem como uma melhor gestão da mesma, de acordo com as solicitações do consumo na rede eléctrica.

As centrais eólicas apresentam um impacto ambiental quase nulo, não contribuem para o aumento da emissão de gases na atmosfera causadores do "efeito estufa" (como acontece com a produção de energia eléctrica obtida a partir da queima de fósseis -

carvão, petróleo, gás natural, etc) por isso, esta forma de energia parece ser o caminho mais correcto e racional para a produção de energia eléctrica.

3. Parques Eólicos – Estudos prévios

Em Portugal, a tramitação administrativa do desenvolvimento do projecto de um parque eólico é complexa, burocrática e morosa. Envolvendo muitos organismos da administração, está sujeita a processos de avaliação intermédios cujos critérios não são suficientemente explícitos e carece de regras coordenadoras para todos os agentes envolvidos, por forma a que seja possível desenvolver acções paralelas, encurtando tempos e, se necessário, accionar os mecanismos previstos na lei geral quando as respostas tardam. De entre os problemas que os promotores experimentam na sua actividade, três há que merecem destaque:

- ♣ A dificuldade em encontrar soluções para o escoamento da energia;
- ♣ O frequente cruzamento de interesses nos locais mais favoráveis para a construção de parques eólicos, na sua maioria objecto de estatutos de protecção ambiental;
- ♣ Um conjunto de procedimentos administrativos e burocráticos, nem sempre muito bem definidos e, muitas vezes, desencorajadores.

Para a construção desses parques é necessário, dependendo do entendimento do órgão ambiental estadual, a realização de vários documentos, dos quais apenas fica uma síntese, uma vez que para os explicar mais sucintamente teríamos matéria para uma nova tese de mestrado.

Entre os documentos mais importantes surge o Estudo de Impacto Ambiental ou Estudo de Impacte Ambiental (**EIA**) é um documento técnico onde se avaliam as consequências para o ambiente decorrentes de um determinado projecto, no âmbito de uma Avaliação de Impacte Ambiental (**AIA**).

O **EIA** deve incluir um resumo não técnico, nele encontram-se identificados e avaliados de forma imparcial e meramente técnica os impactos que um determinado projecto poderá causar no ambiente, assim como apresentar medidas mitigadoras. A má localização de um parque eólico, pode causar impactos negativos como a morte de aves e a poluição sonora, já que as hélices produzem um zumbido constante. Os fabricantes, no entanto, alegam que os modelos mais recentes não geram mais ruído que o próprio vento que faz girar as turbinas, por não usarem mais engrenagens no acoplamento entre a turbina e o gerador.

O **AIA** é um instrumento preventivo usado nas políticas de ambiente e gestão ambiental com o intuito de assegurar que um determinado projecto possível de causar danos ambientais seja analisado de acordo com os prováveis impactos no meio ambiente e que esses mesmos impactos sejam analisados e tomados em consideração no seu processo de aprovação. A elaboração de um **AIA** é apoiada em estudos ambientais elaborados por equipas multidisciplinares, os quais apresentam diagnósticos, descrições, análises e avaliações sobre os impactos ambientais efectivos e potenciais do projecto.

O processo de **AIA**, definido pelo Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio (alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 197/2005, de 8 de Novembro - rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 2/2006, de 6 de Janeiro), compreende seis fases:

1. Definição do Âmbito do EIA

♣ Proponente:

- Proposta de Definição de Âmbito (PDA);
- Declaração de intenção de realizar o projecto;
- Pedido de realização de consulta pública (facultativo);

♣ Autoridade de **AIA**:

- Solicitação de pareceres às entidades públicas;
- Nomeação da comissão de avaliação;
- Envio de elementos ao **IA** (Instituto do Ambiente) para realização da consulta pública;

♣ Comissão de Avaliação:

- Deliberação quanto à realização da consulta pública;
- Deliberação quanto à PDA, atendendo aos pareceres recolhidos e, se for caso disso, aos resultados da consulta pública;

♣ **IA**:

- Promoção da consulta pública
- Elaboração do relatório da consulta pública

2. Elaboração e apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA):

♣ Proponente:

- Estudo de Impacto Ambiental (**EIA**), elaborado em função das características e da fase de elaboração do projecto (estudo prévio, anteprojecto ou projecto de execução), contendo:
 - a) Resumo não técnico (RNT)
 - b) Relatório(s) síntese (RS)

- c) Relatórios técnicos (RT) – se necessário
- d) Anexos
- Nota de envio à Autoridade de **AIA**;

3. Apreciação técnica do **EIA**:

♣ Entidade Licenciadora:

- Retém um exemplar do **EIA**;
- Envia à Autoridade de **AIA**;
 - Restantes exemplares do **EIA**;
 - Nota de envio;
 - Um exemplar do projecto;
 - Documentação relevante;

♣ Autoridade de **AIA**:

- Nomeia comissão de Avaliação;

♣ Comissão de Avaliação:

- Solicita informação complementar, aditamentos, reformulação do RNT;
- Emite Declaração de Conformidade ou Desconformidade do **EIA**;

♣ Proponente:

- Envia à CA documentos solicitados;

4. Participação pública:

♣ **IA**:

- Decisão quanto ao período de consulta pública;
- Publicação do RNT e do **EIA**;
- Elaboração de Audiências Públicas (ou outras) de forma a ouvir os interessados;
- Resposta aos pedidos de esclarecimento;
- Elaboração e Publicação do Relatório de Consulta Pública;

♣ Comissão de Avaliação:

- Participa nas Audiências Públicas;
- Formulação de Pedidos de esclarecimento;

♣ Interessados, Proponentes e Técnicos responsáveis pelo **EIA**:

- Participação nas audiências públicas;

5. Decisão:

- ♣ Elaboração e emissão do **DIA** – Declaração de Impacte Ambiental – por diversos organismos:
 - a) Comissão de Avaliação:
 - Elabora parecer final do procedimento de **AIA**;
 - Envia à Autoridade de **AIA**;
 - b) **IA**:
 - Publica o parecer final do procedimento de **AIA**;
 - c) Autoridade de **AIA**:
 - Elabora o DIA e envia ao Ministério do Ordenamento de Território;
 - Notifica a entidade licenciadora da proposta de **DIA**;
 - d) Ministério do Ordenamento e Território
 - Efectua o despacho (Favorável Condicionado, Desfavorável ou Favorável);
 - e) **IA**:
 - Publica o **DIA**;
- 6. Pós-Avaliação:
 - Elaboração do **RECAPE** (Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução);
 - Publicação do **RECAPE**;
 - Monitorização do projecto;

Capítulo III – Caso de Estudo: PE Cabeça da Rainha II

1. Conceção Geral da Obra

1.1 Localização Geográfica da obra

O Parque Eólico de Cabeço da Rainha II localiza-se na Serra do Cabeço de Rainha. A localização deste parque está inserida em dois concelhos, concelho de Oleiros nas freguesias de Oleiros e Isna; concelho da Sertã nas freguesias de Troviscal e Ermida; ambos pertencentes ao distrito de Castelo Branco, ver localização geográfica na figura 3.1. A zona de implantação do Parque encontra-se situada entre as cotas 820 m e 1084m, abrangendo uma área de cerca de 190ha, como é possível observar nas plantas gerais do parque no anexo I.1.

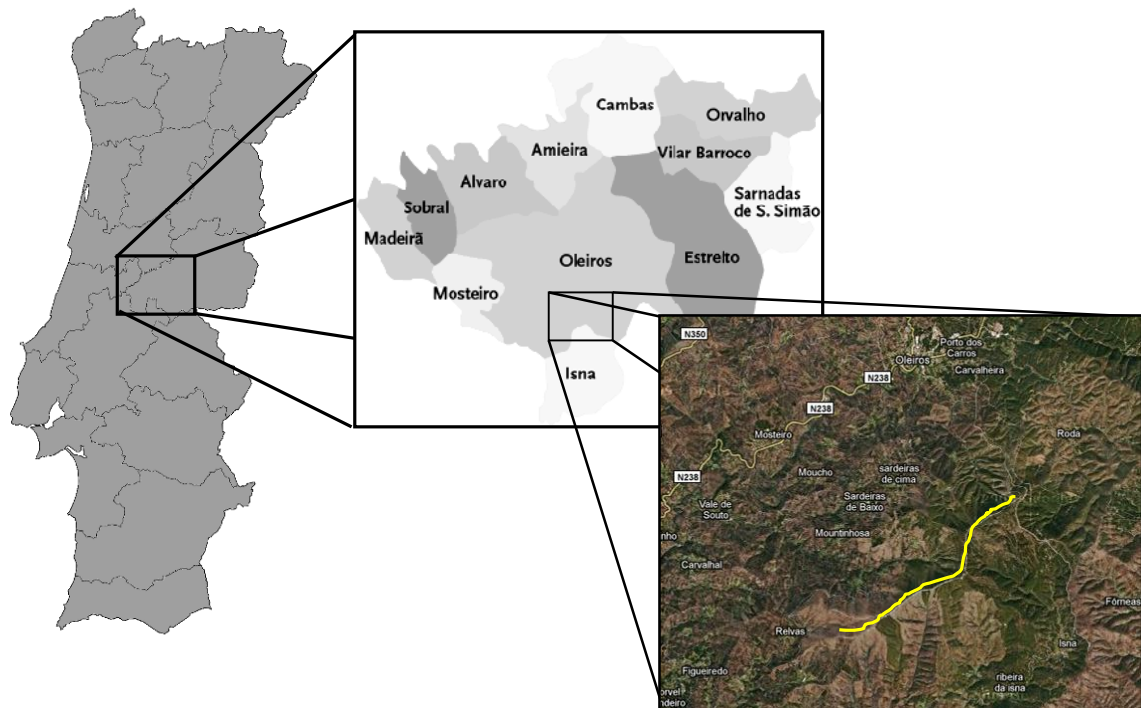


Figura 3.1 - Localização Geográfica do PE Cabeço da Rainha II.

O PE CRII, é constituído por 15 aerogeradores, localiza-se em área adjacente ao PE Cabeço Rainha (PE CR), constituído por 20 aerogeradores, em funcionamento desde o ano 2000.

A área de implantação do PE CRII distribui-se por três núcleos de aerogeradores:

- ♣ Um, no concelho da Sertã, localizado na extremidade Sudoeste do PE CR, constituído por quatro aerogeradores;

- ♣ Outro intermédio, no concelho de Oleiros, constituído por três aerogeradores, interpostos com os aerogeradores do PE CR;
- ♣ E outro, no concelho de Oleiros, de maior dimensão, sensivelmente com orientação Norte-Sul, localizado a Nordeste do PE CR, constituído por oito aerogeradores.

Estes três núcleos encontram-se ligados pelo acesso existente, que se desenvolve ao longo da cumeada da Serra do Cabeço Rainha, servindo o PE CR já em exploração e por alguns acessos secundários que foram construídos durante esta empreitada.

1.2 Caracterização da obra

Os elementos principais que constituem esta empreitada são, essencialmente, a Rede Eléctrica Interna, o Edifício de Comando e Posto de Corte, a Subestação e as vias de acesso. Os aerogeradores e os respectivos postos de transformação são da responsabilidade do fornecedor – Enercon.

Tal como foi explicado no item 1.1 localização da obra, o PE CRII é constituído por 15 aerogeradores. O primeiro núcleo a ser implantado é composto por 4 aerogeradores, do tipo E70 (torres em aço). Neste núcleo, especificamente, a Empresa Jayme da Costa foi responsável pela abertura da fundação, construção da sapata e da plataforma de montagem para a Enercon montar o aerogerador.

Nos restantes núcleos de 11 aerogeradores, do tipo E82 (torres em betão) a Empresa Jayme da Costa, S.A. efectuou a abertura das fundações e construção da plataforma de montagem, mas a construção das sapatas ficou a cargo da Enercon.

A interligação do Parque com a Rede de Distribuição é efectuada através da Subestação de Oleiros 60/15 kV, do tipo exterior, ao lado do Edifício de Comando. Foi construída uma linha a 60 kV que liga esta Subestação à Subestação de Castelo Branco. O Edifício de Comando que está situado junto à Subestação alberga, para além das instalações dos serviços auxiliares, o Posto de Corte da rede interna de 15 kV e o equipamento de comando e controlo do Parque.

A interligação entre os diferentes aerogeradores e entre estes e o Posto de Corte da rede interna de 15 kV é realizada por uma rede subterrânea de média tensão, constituída por cabos enterrados em vala.

1.3 Enquadramento Geológico

A área em estudo pertence à Zona Centro Ibérica, mais concretamente ao Grupo das Beiras (Complexo Xisto-Grauváquico). Esta Formação é caracterizada por um conjunto rítmico de espessura considerável onde existe a alternância de xistos argilosos (filádios) e metagrauvaques mais ou menos quartzosos. Esta zona da Sertã – Oleiros encontra-se inserida na formação de Perais que é constituída por alternâncias de turbiditos (metagrauvaques e xistos argilosos) datados do Câmbrio, como se pode observar na figura 3.2. Salienta-se ainda uma predominância dos metagrauvaques, em relação aos xistos e uma camada pouco espessa de cobertura vegetal.

Os registos de campo assinalam as litologias encontradas e sua caracterização, incluindo as descontinuidades, alteração e resistência da rocha. A resistência foi avaliada no campo por método expedito usando um martelo de geólogo.

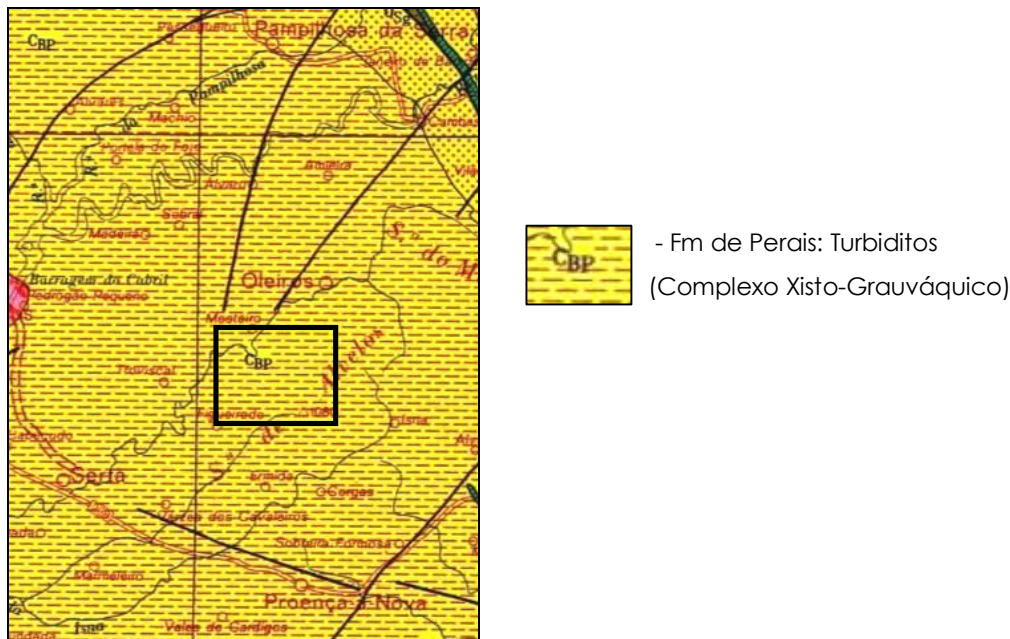


Figura 3.2. Extracto da Carta Geológica de Portugal (1:500 000).

Na classificação dos afloramentos observados nos taludes, bases e paredes das fundações estudadas e analisadas na observação de campo seguiram-se as recomendações propostas pela Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (SIMR), conforme tabelas 3.1, 3.2. e 3.3. No caso da medição da resistência é feita através de análises expeditas, realizadas com o recurso ao martelo de geólogo ou a uma faca, estimando os valores da resistência à compressão simples, que em função do grau de qualidade da rocha, correlaciona a resistência à compressão simples (σ_c) com o comportamento do material face àquelas análises expeditas.

Tabela 3.1 - Grau de alteração de um maciço rochoso ("Practical Rock Engineering", Evert Hoek, 2000 Edition).

Simbologia	Designação do estado de alteração
W1	rocha sã
W2	rocha ligeiramente alterada
W3	rocha alterada
W4	rocha muito alterada
W5	rocha decomposta

Tabela 3.2 - Grau de fracturação (espaçamento), ("Practical Rock Engineering", Evert Hoek, 2000 Edition).

Simbologia	Descrição	Espaçamento entre fracturas
F1	fracturas muito afastadas	> 2,00 m
F2	fracturas afastadas	0,60 m – 2,00 m
F3	fracturas medianamente afastadas	0,20 m – 0,60 m
F4	fracturas próximas	0,06 m – 0,20 m
F5	fracturas muito próximas	< 0,06 m

Tabela 3.3 – Classificação da Resistência das Rochas, através de análises expeditas, ISRM ("International Society for Rock Mechanics").

Simbologia	Designação	σ_c (MPa)	Análise Expedita
R6	Extremamente elevada	> 250	A rocha lasca depois de sucessivos golpes de martelo e ressoa quando batida
R5	Muito elevada	100 - 250	Requer muitos golpes de martelo para partir espécimes intactos de rocha
R4	Elevada	50 - 100	Pedaços pequenos de rocha seguros com a mão são partidos com um único golpe de martelo
R3	Mediana	25 - 50	Um golpe firme com o pico do martelo de geólogo faz identações até 5 mm; com a faca consegue-se raspar a superfície
R2	Baixa	5 - 25	Com a faca é possível cortar o material, mas este é demasiado duro para lhe dar a forma de provete para ensaio triaxial
R1	Muito Baixa	1 - 5	O material desagrega-se com golpe firme do pico de martelo de geólogo
R0	Extremamente baixa	0,25 - 1	Consegue-se marcar com a unha

Para a implantação da sapata de fundação dos aerogeradores considerou-se uma área de escavação circular com 8 m de raio e 4 m de profundidade média.

Nos solos de cobertura com baixa resistência mecânica e elevada compressibilidade, e que não permitem a fundação directa das sapatas dos aerogeradores e dos pilares das estruturas que integram a subestação, foi necessário proceder à sua remoção até se intersectarem as formações rochosas compactas e resistentes.

Em toda a área afectada ao parque eólico, às cotas finais de fundação (previsivelmente atingidas após escavação com profundidade máxima da ordem dos 3 a 4m) foram intersectadas rochas pouco alteradas a medianamente alteradas (W2-3) de resistência média, com fracturas próximas (F4).

De acordo com a Especificação LNEC E 217/1968, "Fundações Directas Correntes. Recomendações", os metagrauvaques e pelitos, à cota final de escavação, inserem-se no "grupo das rochas pouco duras a medianamente alteradas", para as quais se estima uma tensão de segurança à rotura da ordem dos 3 MPa.

Quando se atingiram as cotas finais de escavação procedeu-se à regularização da superfície de contacto da fundação e limpeza manual, com auxílio de ar comprimido.

As formações geológicas na área em estudo encontravam-se cortadas por falhas de pequena dimensão, no geral preenchidas por milonite e/ou quartzo de exsudação. Quando aquelas descontinuidades exibiam abertura superior a 20cm, com preenchimento argiloso, ou quando o maciço encaixante se apresentava muito alterado a decomposto procedeu-se à sua remoção e posterior substituição com betão, mediante tratamento à custa de recravas, com a geometria que se indica na figura 3.3. A recrava é o nome comum dado ao procedimento que envolve a remoção do material alterado, limpeza e enchimento com betão, eliminando assim a zona de menor resistência.

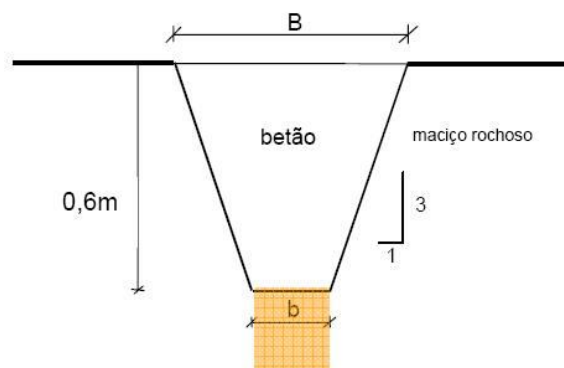


Figura 3.3 - Geometria geral para uma recrava.

1.3.1 Condições de Escavabilidade

Para remoção dos solos de cobertura, as escavações para as sapatas de fundação dos aerogeradores são conseguidas com recurso a meios mecânicos ligeiros, escavadora com balde frontal.

A escavação do maciço rochoso de natureza grauvacóide nos horizontes mais superficiais (< 2 m), onde a fracturação é mais intensa, foi conseguida com o escarificador da giratória, contudo, para maior profundidade recorreu-se sistematicamente a meios mecânicos pesados do tipo martelo demolidor.

O recurso a explosivos justificou-se quando se intersectarem possantes estratos de grauvaque, de forma a obter-se a prévia desagregação do maciço e, assim, facilitar a escavação com a giratória. Nestes casos, devem ser adoptadas técnicas de pré-corte e definir diagramas de fogo adequados à variação das características do maciço rochoso. Particular atenção foi dada à possibilidade de abertura dos planos de estratificação pelos gases gerados na detonação dos explosivos, propiciando a sua infiltração até grandes distâncias e conduzindo à instabilidade dos taludes e ao surgimento de importante sobreescavação.

Atendendo ao carácter provisório dos taludes, dado que se procederá a aterro de enchimento, apenas há que acautelar durante a fase de construção a queda e/ou escorregamento de blocos e/ou massas instáveis.

Em regra, para geometria dos taludes de escavação recomendam-se as seguintes inclinações:

- ♣ 1V:2H para os solos de cobertura
- ♣ 4V:1H na escavação do maciço xisto-grauváquico

Atendendo à intensa compartimentação superficial do maciço, será de prever situações de instabilidade nas faces dos taludes. A acontecerem, mobilizarão reduzidos volumes de maciço e serão resolvidas mediante saneamento dos blocos mais instáveis e reperfilamento localizado das zonas de escorregamento potencial. Não se afigura necessário recorrer a medidas excepcionais de estabilização de taludes, nomeadamente à custa de pregagens e/ou betão projectado.

Às cotas em que se inserem os aerogeradores, não é previsível que seja intersectado o nível freático.

1.3.2 Sismicidade Histórica e enquadramento PE CRII

O mapa de distribuição de epicentros revela concentração na faixa litoral a norte de Sines até às proximidades da Nazaré. Também se distingue concentração de sismicidade na região litoral do Algarve, com três pólos principais de actividade, nas áreas de Portimão, Loulé-Faro e Tavira-V.R.Sto.António. Também na região de Évora há a assinalar importante sismicidade.

O epicentro do sismo de 1755, o de maior magnitude registada até hoje e, também, o mais devastador, tem sido localizado no Banco do Gorringe. Outros eventos fortes de que há conhecimento correspondem a sismos históricos ocorridos em diversas áreas do território, nomeadamente na região do vale inferior do rio Tejo (sismos de 1531 e 1909); na plataforma continental a sul de Setúbal (sismo de 1858) e na plataforma continental do Algarve, ao largo de Portimão (sismo de 1719) e de Tavira (sismo de 1722). Estima-se que todos estes eventos tiveram magnitude superior a 7.

O último grande sismo que provocou danos no território continental português foi o de 28 de Fevereiro de 1969, que teve epicentro também na zona do Goringe e magnitude estimada entre 6,5 e 7,5.



Figura 3.4 - Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas (Direcção Geral do Ambiente, 1975).

De acordo com o Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas (Direcção Geral do Ambiente, 1975) na Figura 3.4, correspondente ao período de 1902-1972, o local de estudo insere-se numa região de sismicidade moderada, sendo VI o máximo valor de intensidade registada.

Com base no relatório intitulado "Compilação de Catálogos Sísmicos da Região Ibérica", elaborado pelo LNEC (1992) e nos relatórios sismológicos publicados pelo Instituto de Meteorologia a partir de 1991 até 2004 verifica-se que os sismos de maior magnitude num raio de 100 km em torno do ponto central do parque eólico são os que constam da figura 3.5, com truncatura em $M < 4$.

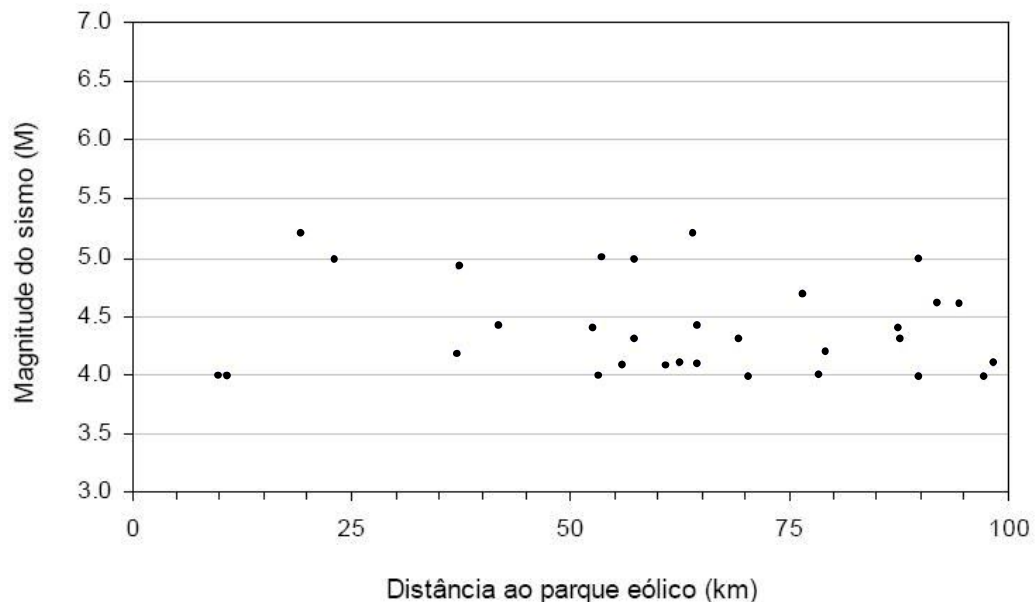


Figura 3.5 - Gráfico de relação entre a magnitude dos sismos e sua localização, entre 1991 e 2004.

Da análise da figura 3.5 conclui-se que o número de sismos é reduzido, com magnitude na escala de Richter inferior a 5,2°.

Pela sua importância regional, refere-se a Falha do Vale Inferior do Tejo. Corresponde a uma estrutura geológica complexa e profunda na Bacia do Baixo Tejo, de orientação N30°E e que se desenvolve ao longo do traçado do rio Tejo no seu troço compreendido entre Vila Nova da Barquinha e o Barreiro. As evidências de actividade neotectónica desta falha devem-se ao facto de cortarem as aluviões do Tejo.

2. Movimentos de Terra, fundações e maciços de apoio

Este capítulo está dividido em quatro partes principais diferenciando os trabalhos de Construção de Acessos (2.2); Abertura de fundações e Construção de Maciços de apoio aos Aerogeradores (2.3); Construção das Plataformas (2.4) de montagem e a abertura e fecho da Vala de Cabos de média tensão (2.5).

2.1 Critérios Gerais

Todos os trabalhos de movimento de terras como desarborização, desmatção, escavação, regularização, aterro, compactação, transporte, descarga e arrumação de materiais foram executados por um subempreiteiro com o apoio do equipamento, disponível em obra para realização dos trabalhos (Figura 3.6) conforme o plano de trabalhos.





Figura 3.6 - Lista de equipamento de terraplanagem, disponível em obra: (a) Motoniveladora; (b) Giratória Hyundai; (c) Buldozer D5; (d) Giratória Caterpillar; (e) Retroescavadora; (f) Cilindro e Dumper. (g) Camião Cisterna; (h) Camião MAN (3 eixos).

Todos os trabalhos necessários tiveram como primeira etapa a **localização** exacta, baseada no projecto de execução da obra cedido pelo dono de obra. Este processo de localização foi acompanhado pela direcção de obra (autora da tese) e pelo fiscal (representante do dono de obra) e quando necessário pelo topógrafo ao serviço da Jayme da Costa, S.A..

A **desmatação** superficial do terreno natural constitui a segunda etapa, pressupõe a retirada de toda a terra vegetal, raízes, arbustos, árvores e outros materiais indesejáveis (Figura 3.7 (a)). É armazenada de forma adequada, em depósitos com altura inferior a 2m cumprindo a planificação ambiental.

Os depósitos temporários, quer sejam de terra vegetal ou material proveniente da escavação, são colocados junto aos locais de escavação, plataformas de montagem (Figura 3.7 (b)), ou bermas dos acessos para no final dos trabalhos ser utilizado, procurando utilizar sempre locais onde se minimize a destruição da vegetação existente.



Figura 3.7 - (a) Giratória em trabalho de desmatação; (b) Depósito de terra de coberto vegetal, proveniente da desmatação.

As **escavações** foram realizadas segundo as técnicas mais aconselháveis face à natureza do terreno e dos condicionamentos específicos de cada caso, de acordo com os

procedimentos previamente aprovados pela fiscalização (Figura 3.8). Foram privilegiadas as operações de escavação que se efectuaram por meios mecânicos e não introduzam perturbações excessivas no maciço. Assim, não foi necessário o recurso ao uso de explosivos. As escavações desenvolveram-se de forma a assegurar um perfeito escoamento superficial das águas.

As superfícies finais de qualquer escavação foram convenientemente limpas até ficarem rugosas e isentas de elementos não aderentes, para poderem ser examinadas pela fiscalização. Para esta limpeza recorremos a métodos manuais como vassouras, ou mini pá carregadora (bob-cat) com vassoura ou ainda por compressor.



Figura 3.8 - Exemplo de escavação – Edifício de Comando e Subestação.

No que respeita aos **aterros** apenas foi permitido o início da construção de qualquer aterro, em qualquer zona da obra, após a inspecção da fiscalização e aprovação da área respectiva. Os materiais utilizados nos aterros eram materiais provenientes das escavações já realizadas na obra, de forma a evitar a existência de materiais de escavação excedentários. No caso desta obra não foi necessário material de empréstimo (Figura 3.9 (a) e (b)).



Figura 3.9 - (a) Aterro da sapata de um Aerogerador; (b) Finalização do aterro da sapata e início do aterro para construção da plataforma.

A **drenagem** é um dos elementos mais importantes da obra. Neste projecto estava prevista a drenagem dos acessos, das superfícies de fundação dos maciços de apoio e da plataforma de implantação do edifício comando e subestação. As drenagens foram executadas conforme tipos e pormenores definidos nos elementos de projecto, com alguns ajustes e alterações implementadas em obra, em função da geologia e topografia do local e das necessidades verificadas aquando de grandes precipitações. Durante a execução da obra foram construídos, sempre que necessário, sistemas de drenagem temporários de forma a evitar a erosão hídrica do solo e o arrastamento por acção das águas pluviais de material proveniente de depósitos de material de escavação ou outros materiais.

2.2 Acessos

No que respeita à construção de acessos no PE CRII e segundo o projecto, existem dois tipos: os acessos a construir e os acessos a beneficiar.

Os **acessos a construir** para além da desmatção (Figura 3.10 (a)) e alargamento, em algumas zonas foi necessário a abertura de caixa e colocação de enrocamento (Figura 3.10 (b)), dependendo da natureza do solo encontrado. O alargamento é feito segundo a medida do projecto, no anexo I.2 encontra-se o perfil transversal dos acessos tipo, (5 m de faixa de rodagem), existindo na situação de talude de aterro uma concordância de 0,5 m e no caso de talude de escavação uma valeta com 1,0 m de largura e 0,5 m de profundidade, eventualmente revestida com betão pobre em situações onde se preveja a existência de grande erosão provocada pelo escoamento das águas pluviais ou em zonas de pequena inclinação, onde o escoamento se faça com dificuldade. Seguindo-se a colocação das camadas de ABGE/tout-venant (Agregado Britado de Granulometria Extensa), com cerca de 12 cm cada, bem compactadas. As infra-estruturas acabaram

por ser feitas segundo uma decisão coerente entre o director de obra e a fiscalização, respeitando as necessidades de cada local.



Figura 3.10 – (a) Abertura de um acesso, desmatção; (b) Construção do pavimento com caixa em enrocamento.

Os **acessos a beneficiar** consiste em melhorar os trilhos existentes, que os proprietários, caçadores, etc utilizavam para transitar entre os diversos terrenos da zona. Esta beneficiação dos trilhos existentes incluiu a construção dos sistemas de drenagem que pressupõe a abertura de valetas e passagens hidráulicas, neste caso é verificado o sistema de drenagem do projecto, mas em obra é feita uma última análise. Posteriormente é aplicado o tout-venant como se pode observar na Figura 3.11.



Figura 3.11 - (a) Colocação de tou-venânt nos acessos; (b) Compactação da camada de tout-venânt.

Durante a construção/abertura de todos os troços de acesso não pode ser esquecida a futura utilização por transportes especiais para montagem dos aerogeradores, e os critérios exigidos pela Enercon, alguns fazem parte do projecto de execução, tais como:

- ♣ Largura do acesso em linha recta = 5 m, no caso de curvas é necessário estudo e simulação no terreno;
- ♣ Numa altura de 4 m todas as árvores e outros elementos, junto ao acesso, têm de ser removidos evitando a danificação das peças à passagem;

- ♣ Piso regular, evitar lombas acentuadas e/ou buracos, de forma aos transportes não raspem na parte inferior;
- ♣ Perfil longitudinal, com pendente inferior a 15%;

Ao longo do acesso estudou-se e projectou-se quer a drenagem transversal quer a drenagem longitudinal. A primeira permitiu dar continuidade às linhas de água existentes e foi constituída principalmente por passagens hidráulicas. A drenagem longitudinal teve por finalidade conduzir as águas da plataforma da estrada e dos taludes adjacentes para as respectivas linhas de água, sendo fundamentalmente constituída pelas valetas. As valetas têm por função, não só a drenagem e encaminhamento superficial das águas, como a drenagem da própria estrutura do pavimento e o rebaixamento do nível freático na zona do pavimento (Figuras 3.12 e 3.13).



Figura 3.12 - (a) Exemplo de valetas, de acordo com a necessidade de drenagem de cada local; (b) Exemplo de uma passagem hidráulica na entrada de um acesso.



Figura 3.13 - (a) Exemplo de uma boca de saída de uma passagem hidráulica; (b) Exemplo de caixa de entrada de uma passagem hidráulica.

Esta estrutura de pavimento foi adaptada tendo em atenção a manutenção da caracterização paisagística do local e a pretensão de, na medida do possível, evitar a alteração das características de permeabilidade do terreno existente.

O estudo realizado coloca o acesso o mais agarrado possível ao terreno existente, levando a que o movimento de terras realizado fosse o mínimo, tendo sido objectivo do projecto que existisse uma compensação de terras entre o volume de escavação e o volume de aterro. Obteve-se um traçado em planta com curvas cujos raios não criam qualquer limitação à circulação dos veículos de transporte dos aerogeradores.

Também fez parte da empreitada da Empresa Jayme da Costa, S.A. a manutenção de todos os acessos do parque uma vez que a frequente passagem de autobetoneiras, equipas de trabalho e transportes especiais, assim como as variações do estado do tempo contribuíram frequentemente para a sua danificação.

2.3 Abertura de Fundações e Maciços (E70 e E82)

Neste parque foi necessário criar condições para instalar dois tipos de aerogeradores, as máquinas **E70** e as **E82** (Figura 3.14).

Nas fundações das máquinas **E70** (torres de aço) a Empresa Jayme da Costa, S.A. foi o empreiteiro geral, ou seja, foi responsável desde a abertura da fundação até ao aterro da sapata, incluindo a sua betonagem e trabalhos inerentes. No que respeita às fundações das máquinas **E82** (torres em betão) a empresa apenas foi responsável pela abertura das fundações e posteriormente pelo aterro, enquanto que os relatórios geológicos, armação de ferro e betonagens ficaram a cargo da Empresa Enercon.



Figura 3.14 - (a) Aerogerador E70; (b) Aerogerador E82.

Este item visa esclarecer o melhor possível a metodologia utilizada para a abertura das fundações e a construção dos maciços de apoio aos aerogeradores, assim como apresentar as principais exigências e critérios de construção, impostos pela Empresa Enernova.

Relativamente à abertura/escavação das fundações, mantêm-se os itens abordados no item *Movimentos de Terras*.

A abertura de fundações (Figura 3.15) para os maciços de apoio aos aerogeradores foi necessária até ser encontrado terreno que assegurasse a resistência exigida no projecto 0,2 MPa ou a cota indicada nos desenhos de execução, prosseguindo a escavação, neste último caso, se o terreno não apresentasse características satisfatórias, a juízo da fiscalização, até uma profundidade a determinar consoante as reais características de cada local.



Figura 3.15 - (a) Escavação de uma fundação para um aerogerador; (b) Escavação concluída e devidamente limpa.

Em cada escavação existiu sempre a preocupação de obter um fundo o mais plano possível, para aplicação do betão de limpeza ou regularização. Existiu também a preocupação de assegurar uma inclinação aos taludes, consoante a sua litologia, de forma a evitar desmoronamentos e criar as melhores condições de segurança (Figura 3.16 (a)). A escavação deu-se por completa após o saneamento de todos os taludes. Quando necessário, os taludes foram revestidos, no caso específico do Aerogerador 6, uma vez que o talude final tinha cerca de 6 m de altura e o material era bastante fracturado. Neste caso em particular foi necessário aplicar uma rede de contenção (Figura 3.16 (b)).

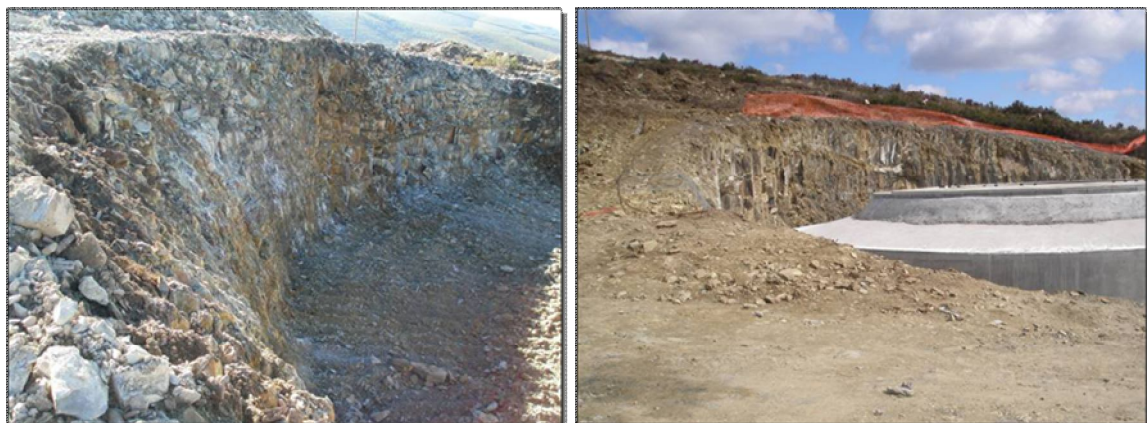


Figura 3.16 - (a) Exemplo de um talude durante a escavação; (b) Talude de Ag6, onde foi aplicada rede de aço para contenção.

No entanto, para prevenir inundações, no interior das fundações, após a sua abertura ficou uma inclinação suave e um dreno.

Independentemente da época do ano em que as escavações para as fundações foram feitas, tentámos sempre que o tempo que medeia entre a abertura dos caboucos, incluindo o acabamento dos fundos e das superfícies laterais, e a execução das fundações, fosse reduzida ao mínimo.

Após se verificar que todas as condições de segurança estão reunidas, realizou-se o levantamento e estudo geológico de cada fundação e caso necessário decide-se a eventual realização de tratamentos, incluindo a execução de recravas de betão nas zonas das falhas ou de descontinuidades muito marcadas. As zonas correspondentes aos acidentes geológicos são objecto de cuidados especiais de saneamento e posterior tratamento. No geral, nesta obra tal não foi necessário, como podemos verificar no item seguinte, desta dissertação.

De qualquer forma, após aprovação do estudo geológico apresentado à fiscalização, esta transmite a autorização, ou não, para aplicação do betão de limpeza ou de regularização.

2.3.1 Relatórios Geológicos das Fundações – E 70

Os relatórios geológicos das fundações para aerogeradores foram solicitados em todos os parques eólicos, em que a Empresa Jayme da Costa, S.A foi o empreiteiro geral. De forma a executar um trabalho coerente e rigoroso, foi estabelecido de início uma estrutura base que facilitasse a introdução dos dados de cada obra em análise, mas também permitindo recolher mais facilmente a informação em obra de forma a que no escritório a elaboração do relatório fosse rápida e o mais correcta possível. A primeira etapa foi elaborar as folhas de registos de campo, para que a cada visita de cada obra e em cada fundação não fosse perdida nenhuma informação. O anexo II.1 corresponde a uma folha de registo de campo, criada para esse efeito.

Relatório Geológico de AG1

As observações de campo permitiram verificar que o ambiente de Ag1 é caracterizado pela alternância de metagrauvaques e xistos argilosos (Tabela 3.3). No geral esta fundação é muito uniforme no que respeita ao grau de alteração e resistência, predominância dos metagrauvaques.

Tabela 3.4 - Caracterização geral da fundação de Ag1.

Geometria da fundação:	Circular com 16m de diâmetro
Altura da escavação:	Entre 2 a 4 m
Capacidade de carga do projecto:	0,2 MPa
Litologia da fundação:	Alternância de metagrauvaques e xistos argilosos
Espessura da cobertura vegetal:	Entre 0,20 m e 0,50 m
Nível freático:	Não intersecta

Planta Esquemática

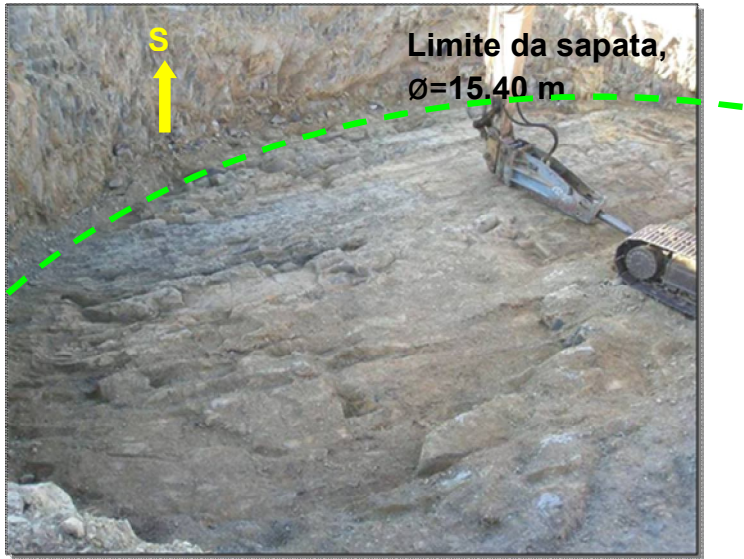
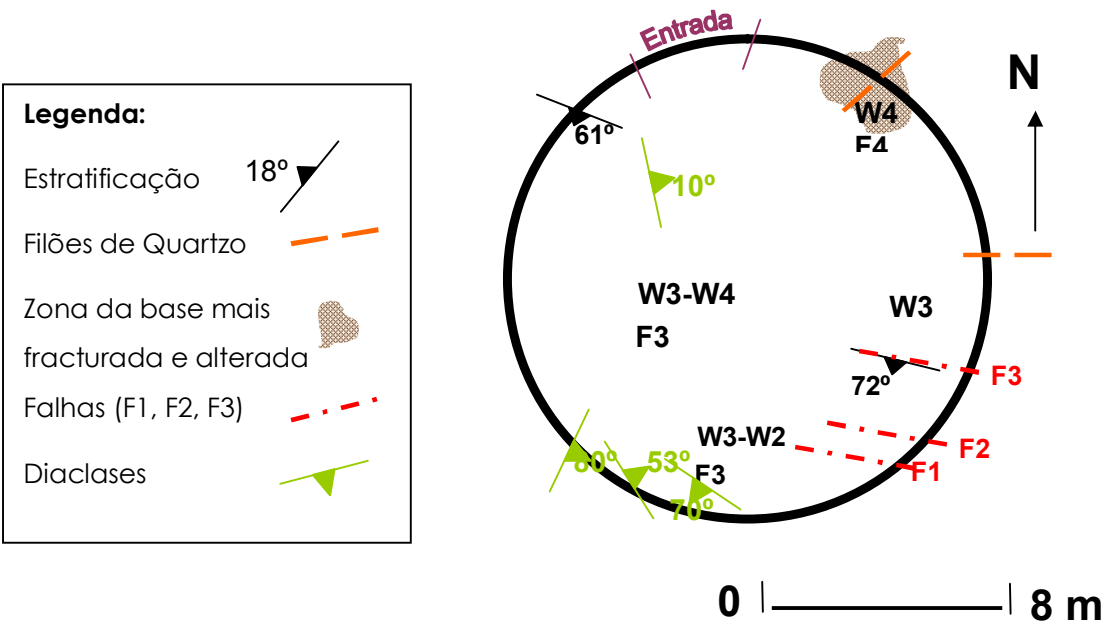


Figura 3.17 - Observação de Ag1, zona Sul.

A passagem dos metagrauvaques a xistos é caracterizada pelo aumento brusco de fracturação e confirma-se uma consequente diminuição da resistência. Esta passagem é bem visível pela diferença de cor entre ambas, os xistos apresentam-se cinzas escuros com a estratificação muito bem marcada e os metagrauvaques surgem com uma tonalidade mais castanha, mas nos planos de diaclasamento possui uma capa de alteração alaranjada.

No que respeita á estratificação apresenta atitude: N 61-65°W, 61-78°SW, como se pode verificar na planta esquemática é praticamente paralela aos planos das 3 falhas verificadas nos taludes (Tabela 3.4).

Tabela 3.5 - Parâmetros Geotécnicos de Ag1.

	Família 1	Família 2
Estratificação:	N 62-65°W, 61-78° SW	
Diaclases:	N 40-59°W, 49-53°NE	N 53-60°W, 70-78°SW
Falhas:	N 60-62°W, 80° SW	
Grau de Alteração:	W2-W4 ^{a)}	
Estado de Fracturação:	F3 a F5 ^{b)}	
Resistência:	R3 a R5 ^{c)}	

^{a)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.1.

^{b)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.2.

^{c)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.3

Quanto ao diaclasamento verificou-se a existência de pelo menos duas famílias principais, como se pode observar na figura 3.18 (a), a afectar a fundação, (Tabela 3.4) mas existem outras menos expressivas e menos intensas.



Figura 3.18 - (a) Estão visíveis as famílias de diáclases; (b) Visível a passagem de xistos a metagrauques, através do conjunto de falhas, paralelas entre si, registadas na planta.

No que respeita à alteração este varia entre rochas pouco alteradas a rochas muito alteradas (W2 a W4), uma vez que nos metagrauques a rocha apresenta menos alteração que nos xistos. A resistência varia entre moderadamente dura a muito dura (R3 a R5) pois existem zonas de xistos onde foi possível verificar uma dificuldade extrema durante a escavação, com recurso a giratória e onde o martelo de geólogo também se mostrou bastante difícil de fracturar.

O estado de fracturação também é mais intensa nos xistos argilosos (F4 a F5) e menos intensa nos metagrauques (F3 a F4). Regista-se uma intrusão filoniana de quartzo no talude a Nordeste que se prolonga, um pouco na base, na envolvência a rocha surge obviamente mais alterada e com tonalidade avermelhada. Dada a contínua alteração e descompressão das litologias apresentadas após a abertura da fundação, é fundamental que a betonagem seja o mais rápido possível, evitando a contínua exposição aos agentes erosivos.

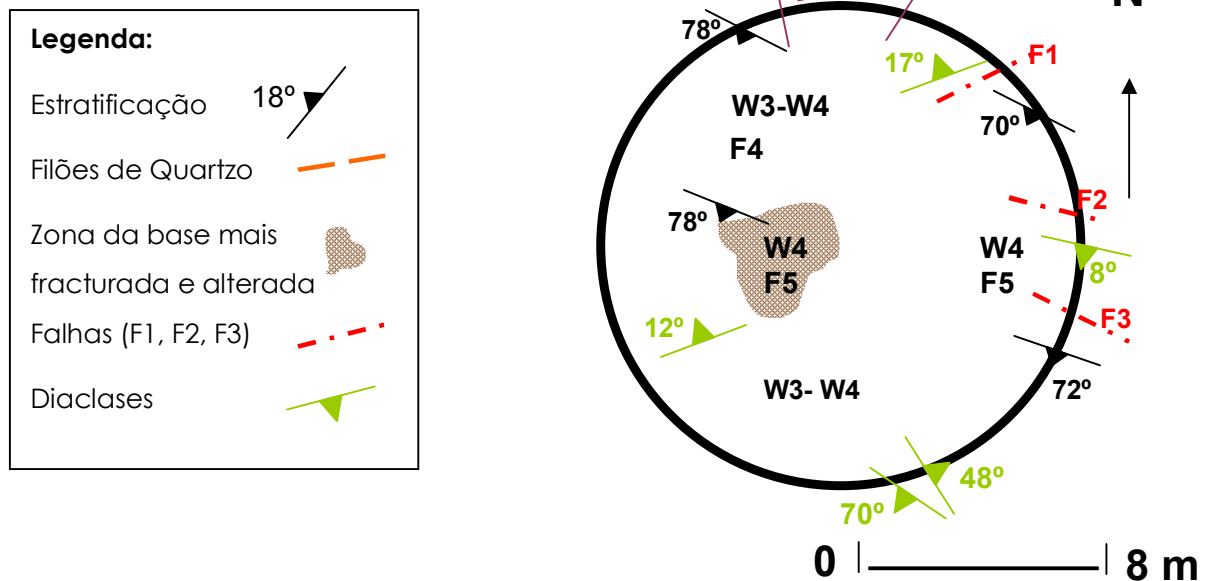
Através do presente estudo é possível classificar as rochas do Aerogerador 1 como moderadamente dura a muito dura com resistência à compressão uniaxial superior a 25 MPa. São também caracterizadas quanto à alteração como pouco alteradas a rochas muito alteradas. Para as profundidades propostas, todas as rochas envolvidas exibem suficiente capacidade de carga para as solicitações do projecto.

Relatório Geológico de AG2

As observações de campo permitiram verificar que o ambiente de Ag2 é caracterizado pela alternância de metagrauvaques e xistos argilosos (Tabela 3.5). No geral esta fundação é muito uniforme no que respeita ao grau de alteração e resistência, existe uma predominância dos metagrauvaques.

Tabela 3.6 - Caracterização geral da fundação de Ag2.

Geometria da fundação:	Circular com 16m de diâmetro
Altura da escavação:	Entre 1,80 a 5,60 m
Capacidade de carga do projecto:	0,2 MPa
Litologia da fundação:	Alternância de metagrauvaques e xistos argilosos
Espessura da cobertura vegetal:	Entre 0,20 m e 0,30 m
Nível freático:	Não intersecta

Planta Esquemática

As zonas de passagem dos metagrauvaques a xistos, tratam-se de uma faixa estreita muito fracturada e mais alterada. Esta passagem é bem visível pela diferença de cor entre ambas, ou seja, os xistos apresentam uma cor cinza escura com a estratificação muito bem marcada e os metagrauvaques surgem com uma tonalidade mais castanha, mas nos planos de diaclasamento possui uma capa de alteração alaranjada, figura 3.19.



Figura 3.19 - Observação da base de Ag2 após a limpeza manual, vista para Noroeste, como é possível perceber é bastante irregular.

No que respeita á estratificação apresenta atitude: N 60°W, 70-78°SW, como se pode verificar na Tabela 3.6.

Tabela 3.7 - Parâmetros Geotécnicos de Ag2.

	Família 1	Família 2
Estratificação:	N 60°W, 70-78° SW	
Diaclases:	N 20-40°W, 48-50°NE	N 48°W, 70°SW
Falhas:	F1: N52°E, 50°NW	F2: N70°W, 68NE
Grau de Alteração:	W2-W4 ^{a)}	
Estado de Fracturação:	F4 a F5 ^{b)}	
Resistência:	R3 a R4 ^{c)}	

^{a)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.1.

^{b)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.2.

^{c)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.3

As falhas registadas situam-se no talude a Nordeste. F1 e F2 apresentam algum preenchimento com quartzo e argila (figura 3.20 (a)).

Quanto ao diaclasamento verificou-se a existência de pelo menos duas famílias principais a afectar a fundação uma a inclinar para Nordeste e a outra para Sudoeste, conforme é explicado no quadro, mas existem outras menos expressivas e menos intensas (Figura 3.20 (b)).

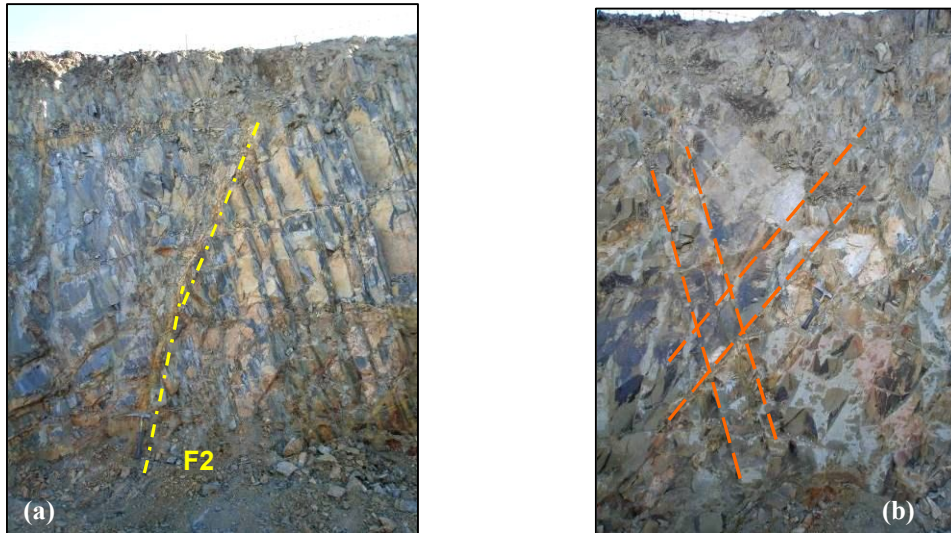


Figura 3.20 - (a) Localização da falha F2; (b) Presença de duas famílias de diaclases.

No que respeita á alteração este varia entre rochas pouco alteradas a rochas muito alteradas (W2 a W4), uma vez que nos metagrauvaques a rocha apresenta menos alteração que nos xistos. A resistência varia entre moderadamente dura a dura (R3 a R4). O estado de fracturação também é mais intensa nos xistos argilosos (F4 a F5) e menos intensa nos metagrauvaques (F4). No geral revela-se mais fracturada que Ag1, o que converge para uma base mais irregular.

Dada a contínua alteração e descompressão das litologias apresentadas após a abertura da fundação, é fundamental que a betonagem seja o mais rápido possível, evitando a contínua exposição aos agentes erosivos.

Através do presente estudo é possível classificar as rochas do Aerogerador 2 como moderadamente dura a dura com resistência à compressão uniaxial superior a 25 MPa. São também caracterizadas quanto à alteração como pouco alteradas a rochas muito alteradas. Para as profundidades propostas, todas as rochas envolvidas exibem suficiente capacidade de carga para as solicitações do projecto.

Relatório Geológico de AG3

As observações de campo permitiram verificar que o ambiente de Ag3 é caracterizado pela alternância de metagrauvaques e xistos argilosos, tabela 3.7.

No geral esta fundação uniforme no que respeita ao grau de alteração e resistência, á excepção de uma zona mais alterada a Este.

A passagem dos metagrauvaques a xistos é caracterizada pelo aumento brusco de fracturação e confirma-se uma consequente diminuição da resistência. Esta passagem é bem visível pela diferença de cor entre ambas, os xistos apresentam-se cinzas escuros com a estratificação muito bem marcada e os metagrauvaques surgem com uma

tonalidade mais castanha, mas nos planos de diaclasamento possui uma capa de alteração alaranjada.

Tabela 3.8 - Caracterização geral da fundação de Ag3.

Geometria da fundação:	Circular com 16m de diâmetro
Altura da escavação:	Entre 1,75 a 4,20 m
Capacidade de carga do projecto:	0,2 MPa
Litologia da fundação:	Alternância de metagrauwaques e xistos argilosos
Espessura da cobertura vegetal:	Entre 0,20 m e 0,50 m
Nível freático:	Não intersecta

Planta Esquemática

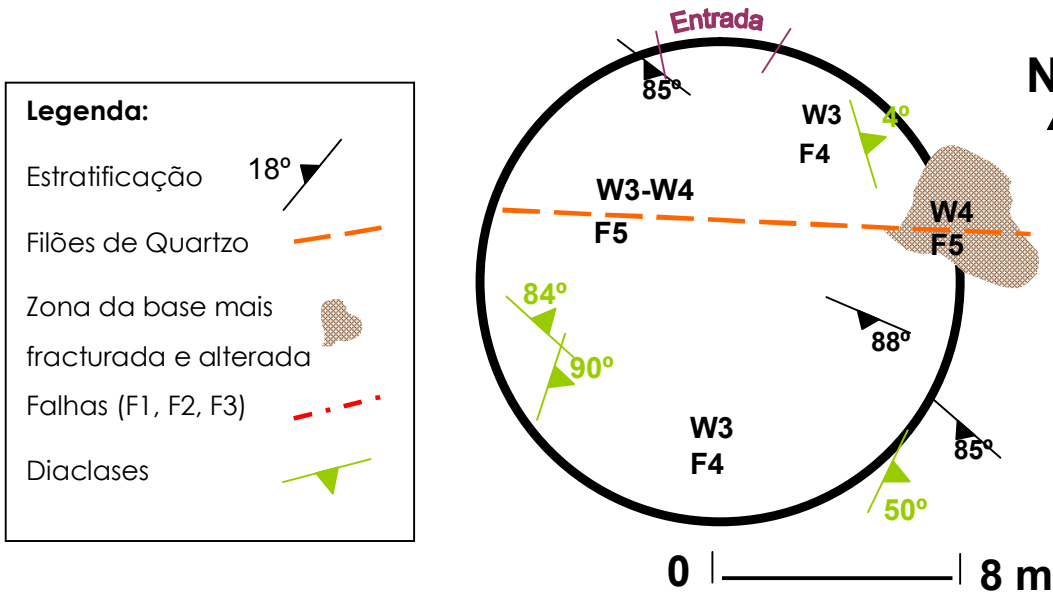


Tabela 3.9 - Parâmetros Geotécnicos de Ag3.

	Família 1	Família 2
Estratificação:	N 50-60°W, 85° SW	
Diaclases:	N 10-20°E, 82-90°SE	N 58-60°W, 82-90°NE
Falhas:	Não Regista	
Grau de Alteração:	W3-W4 ^{a)}	
Estado de Fracturação:	F3 a F5 ^{b)}	
Resistência:	R3 a R4 ^{c)}	

^{a)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.1.

^{b)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.2.

^{c)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.3

No que respeita á estratificação apresenta atitude: N 50-60°W, 85°SW, como se pode verificar na planta esquemática e na tabela 3.8.

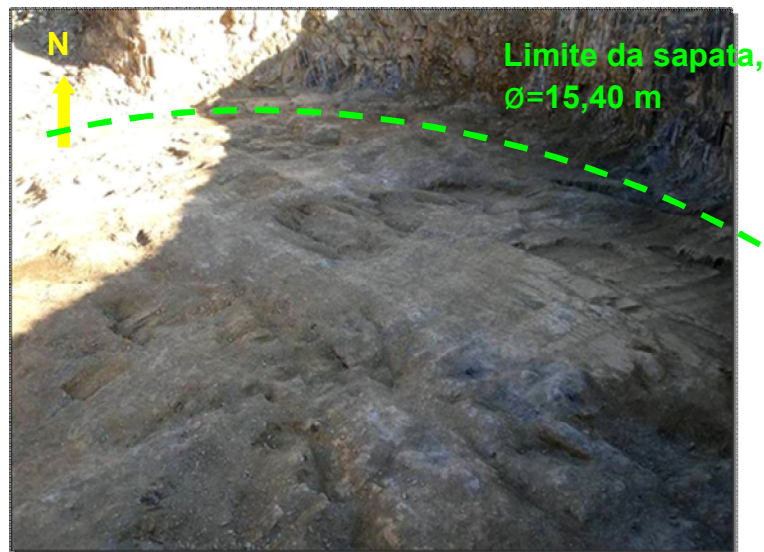


Figura 3.21 - Observação de Ag3, vista para Nordeste, onde é possível confirmar a grande irregularidade da base e a presença de diaclases sub-horizontais.

Esta fundação encontra-se afectada por uma intrusão quartzítica nos taludes Este e Oeste onde a sua envolvente se encontra bastante alterada e muito mais fracturada. Esta zona caracterizar-se-á por um W4, na base é possível visualizar o mesmo filão mas sem tão grande alteração na envolvente.

Quanto ao diaclasamento verificou-se a existência de pelo menos duas famílias principais a afectar a fundação uma a inclinar para Nordeste e a outra para Sudeste, conforme é explicado no quadro, mas existem outras menos expressivas e menos intensas, estes planos formam entre si uma fracturação em cunha. No talude a Sul verificou-se a existência de diaclases sub-horizontais (figura 3.21), ampla (cerca de 7cm) com preenchimento de argila, na base também se observam diaclases sub-horizontais mas sem preenchimento (Figura 3.22).



Figura 3.22 - Nesta imagem é possível observar o aspecto de uma diáclase ampla com preenchimento de argila.

No que respeita á alteração esta varia entre rochas medianamente alteradas a rochas muito alteradas (W3 a W4), uma vez que nos metagrauvaques a rocha apresenta menos alteração que nos xistos. A resistência varia entre moderadamente dura a dura (R3 a R4). O estado de fracturação também é mais intensa nos xistos argilosos (F4 a F5) e menos intensa nos metagrauvaques (F3).

Dada a contínua alteração e descompressão das litologias apresentadas após a abertura da fundação, é fundamental que a betonagem seja o mais rápido possível, evitando a contínua exposição aos agentes erosivos.

Através do presente estudo é possível classificar as rochas do Aerogerador 3 como moderadamente dura a dura com resistência à compressão uniaxial superior a 25 MPa. São também caracterizadas quanto à alteração como medianamente alteradas a rochas muito alteradas. Para as profundidades propostas, todas as rochas envolvidas exibem suficiente capacidade de carga para as solicitações do projecto.

Relatório Geológico de AG4

As observações de campo permitiram verificar que o ambiente de Ag4 é caracterizado pela alternância de metagrauvaques e xistos argilosos, tabela 3.9.

No geral esta fundação uniforme no que respeita ao grau de alteração e resistência, á excepção de uma zona mais alterada, junto á intrusão quartzítica, verifica-se uma predominância de metagrauvaques relativamente aos xistos.

Geometria da fundação:	Circular com 16m de diâmetro
-------------------------------	------------------------------

Tabela 3.11 - Parâmetros Geotécnicos de Ag4.

	Família 1	Família 2
Estratificação:	N 50-64°W, 70° NE	
Diaclases:	N 30°E, 30°SE	N 22°W, 44°SW
Falhas:	EW, 70°S	
Grau de Alteração:	W3-W4 ^{a)}	
Estado de Fracturação:	F3 a F5 ^{b)}	
Resistência:	R3 a R4 ^{c)}	

^{a)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.1.

^{b)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.2.

^{c)} De acordo com o estabelecido na tabela 3.3



Figura 3.23 - Observação da base de Ag4, vista para Norte, após limpeza da base.

No que respeita à estratificação apresenta atitude: N 50-64°W, 70°NE, como se pode verificar na planta esquemática e na tabela 3.10.

Esta fundação encontra-se afectada por uma intrusão quartzítica no talude a Este, esta zona e sua envolvente encontra-se bastante alterada, ou seja, muito menos resistente que a restante fundação e muito mais fracturada. Esta zona caracterizar-se-á por um W4, em termos de base não revela problemas por inexistência de argila, figura 3.23.

Regista-se um conjunto de falhas com o mesmo comportamento, com algum preenchimento de argila branca e zona de esmagamento visível, apenas uma é visível na base (F2: EW, 70°S) (Figura 3.24).



Figura 3.24 - Localização da falha F2.

Quanto ao diaclasamento verificou-se a existência de pelo menos duas famílias principais a afectar a fundação uma a inclinar para Sudoeste e a outra para Sudeste, conforme é explicado no quadro, mas existem outras menos expressivas e menos intensas, mas em nenhuma delas foram registadas aberturas e/ou preenchimentos.

No que respeita á alteração esta varia entre rochas medianamente alteradas a rochas muito alteradas (W3 a W4), uma vez que nos metagrauvaques a rocha apresenta menos alteração que nos xistos. A resistência varia entre moderadamente dura a dura (R3 a R4). O estado de fracturação também é mais intensa nos xistos argilosos (F4 a F5) e menos intensa nos metagrauvaques (F3).

Dada a contínua alteração e descompressão das litologias apresentadas após a abertura da fundação, é fundamental que a betonagem seja o mais rápido possível, evitando a contínua exposição aos agentes erosivos.

Através do presente estudo é possível classificar as rochas do Aerogerador 4 como moderadamente dura a dura com resistência à compressão uniaxial superior a 25 MPa. São também caracterizadas quanto à alteração como medianamente alteradas a rochas muito alteradas. Para as profundidades propostas, todas as rochas envolvidas exibem suficiente capacidade de carga para as solicitações do projecto.

2.3.2 Maciços dos Aerogeradores – E70

Procedimento Geral

Concluída a escavação, aprovada a fundação geológica e geotecnicamente pelo cliente, procedemos à aplicação do **betão de regularização** ou limpeza de, figura 3.25.



Figura 3.25 - (a) Preparação para aplicação do betão de regularização (E70); (b) Betão de regularização concluído (E70).

Após aplicação e cura do betão de limpeza de cada fundação, é aplicada a virola (anel de aço), Figura 3.26 que servirá de base na montagem mecânica do aerogerador, e onde a armadura será interligada. Posteriormente procede-se á montagem da armadura da sapata (Figura 3.27) e colocação da rede terras (interior e exterior), a cofragem é montada e fechada, concluindo esta fase com a betonagem da sapata (Figura 3.28).

Para permitir a comunicação e passagem de potência de cada aerogerador até ao E.Comando e Subestação (para aí ser transformada em energia eléctrica) a vala de cabos de média tensão é ligada pelo interior da sapata, através de tubos que são devidamente colocado no interior da armadura para aquando da passagem de cabos pelo interior dos tubos ligam directamente ao interior de cada aerogerador.



Figura 3.26 - Colocada a virola, armadura em curso.



Figura 3.27 - Armadura concluída, cofragem montada, betonagem em curso.



Figura 3.28 - Betonagem da sapata do aerogerador (E70) concluída.

A última tarefa consiste na colocação de um geodreno em todo o perímetro da sapata envolvido em brita, com saída na zona mais favorável, ficando assim concluído o trabalho com o aterro da sapata, após o tempo de cura exigido pela fiscalização.

Aplicação do Betão

As sapatas dos aerogeradores E70 (no anexo I.3 - Perfil transversal tipo E70) têm uma forma circular e são preenchidas por cerca de 280 m³ de betão do tipo C30/37.

Antes de iniciar as betonagens é feito o ensaio de abaixamento ("slump test"), segundo a NP EN 12350-2-2002 "Ensaio do betão fresco", conforme figura 3.29 (b), este ensaio é essencial para verificar a consistência e a fluidez do betão, permitindo que se controle a sua uniformidade e trabalhabilidade, no caso do betão utilizado nesta sapatas designa-se por C30/37, que indica a sua classe de resistência à compressão e S3, que indica a sua classe de consistência. No caso deste tipo de betão o resultado do ensaio de abaixamento tem de se enquadrar entre 100 e 150 mm.

Após verificado este enquadramento é feita a recolha de provetes como é possível visualizar na Figura 3.29 (a), estes provetes serão encaminhados para um laboratório certificado, onde se efectuam os ensaios de resistência à compressão aos 3, 7 14 e 28 dias de cura. Assim que recebemos cada resultado estes são imediatamente transmitidos à fiscalização, com os quais obtém a certeza do estado de evolução da cura do betão, na estrutura betonada.



Figura 3.29 - (a) Recolha de provetes; (b) Medição do abaixamento.

O estudo, fabrico, colocação em obra, cura e controlo dos betões que façam parte do objecto do fornecimento têm de obedecer às disposições regulamentares aplicáveis nomeadamente da NP ENV 206 "Betão – Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade" e, complementarmente, às prescrições destas condições técnicas.

Todos estes processos de aplicação de betões e armaduras seguem as indicações existentes no projecto da Enercon, que neste caso é o fornecedor dos aerogeradores. Neste tipo de betonagens não são permitidas juntas de betonagem nos maciços de fundação e não será permitida a aplicação de betão em estado de desagregação ou de segregação, por isso a exigência em serem feitas verificações base ("slump test") no betão antes de aplicar e o método de vibração que acompanha sempre a bombagem do betão. A vibração é um trabalho imprescindível durante uma betonagem, figura 3.30 (a e b), que resumidamente consiste na distribuição da energia mecânica na massa do betão, que se opõe às ligações de contacto, suprimindo o atrito interno, o que facilita o adensamento provocado pelo peso do próprio betão, permitindo a expulsão do ar e uma melhor ligação com a armadura. Assim, o processo de uma betonagem demora no mínimo 5 a 6 horas, sem interrupções.



Figura 3.30 - (a) Vibração do betão no centro da virola; (b) Aplicação e vibração do betão fora da virola.

Em condições normais, o intervalo de tempo máximo entre o fabrico e colocação/compactação dependerá do tipo de cimento a utilizar, sendo de 1h 30m para cimentos CEM I e CEM II e de 2 h para cimentos CEM III e CEM IV. Em períodos com temperatura ambiente superior a 25°C com vento forte, ou superior a 30°C sem vento, este intervalo será reduzido de 30 minutos.

Em épocas de baixas temperaturas atmosféricas, adoptam-se as seguintes medidas: as betonagens serão suspensas nos períodos de temperaturas ambiente inferiores a - 5°C, ou quando a temperatura do betão fresco for inferior a + 5°C. Quando as temperaturas mínimas ambiente não ultrapassarem + 1°C, as superfícies do betão são convenientemente protegidas durante 15 dias e deve-se ter o cuidado, ao remover os dispositivos de protecção, de não sujeitar o betão a quedas bruscas de temperatura.

Em qualquer circunstância, não é autorizada a aplicar betão com um valor máximo de temperatura de 21°C nos maciços dos aerogeradores, e apenas o podemos aplicar após a fiscalização verificar que estão reunidas todas as condições de construção de armadura, cofragem e vibração do betão assim como segurança mínimas.

2.4 Construções de Plataformas

Para as montagem dos aerogeradores e eventuais operações de grande manutenção/reparação, foram projectadas plataformas de trabalho nos locais de implantação dos grupos aerogeradores, com as dimensões mínimas necessárias para dispor os componentes principais dos aerogeradores, deixando ainda espaço livre para a movimentação das gruas a utilizar durante as operações referidas. Também a área de regularização e consolidação das plataformas deverá ser a menor possível, minimizando o impacto visual (Figura 3.31).

No caso dos aerogeradores E70 (Ag1, 2, 3 e 4) do PE CRII as dimensões exigidas pela Enercon para as plataformas são de 25×30 m, ou seja uma área de 750 m². No que respeita aos restantes aerogeradores do tipo E82, as plataformas necessárias são um pouco maiores com cerca de 35×40 m (1400 m²).



Figura 3.31 - Exemplo de uma plataforma nivelada, com a camada de tout-venant, pronta para estabilização da grua e montagem do aerogerador.

Estas plataformas, para as quais se apresenta a definição do respectivo perfil transversal tipo da plataforma e maciços de fundação no anexo I.4. As plataformas não são mais do que a regularização e compactação do terreno na área exigida para montagem em segurança dos aerogeradores, praticamente terminam as suas funções no final do período de construção do parque, voltando a ser utilizadas apenas em casos

excepcionais de grandes reparações, em que seja necessário o recurso a equipamentos pesados.



Figura 3.32 - Plataforma de Ag6, vista a partir de Ag5.

Quando o aerogerador fica implantado ao longo dos acessos, é o caso da figura 3.33, utilizamos estes como parte integrante das plataformas de montagem, diminuindo ainda mais a área efectivamente intervencionada.



Figura 3.33 - Plataforma de Ag5, panorama a partir do bailéu da grua.

Na sua geometria, privilegia-se, o mais possível, uma inserção harmoniosa com o terreno, acompanhando, a maior dimensão, as curvas de nível, tentando manter o terreno o mais natural possível. No caso de Ag6 (Figura 3.32 e 3.34) e Ag10, onde foi necessário movimentos de terra de maior volume, estes são otimizados, equilibrando aterros e escavações, sempre que possível.



Figura 3.34 – (a) Aumento da plataforma de Ag6; (b) Aterro por camadas sucessivas, para aumento da área da plataforma.

Os materiais escavados são seleccionados de forma a poderem ser utilizados nos aterros. O aterro para construção das plataformas mais críticas e exigentes deste parque (Ag10 e Ag6) basearam-se nas regras descritas anteriormente, que passa por ser compactado entre camadas consecutivas com no máximo 0,20 a 0,30 m de espessura, (ver figura 3.35), a incorporação de pedras nas camadas de aterro é efectuada por forma a que os seus vazios sejam preenchidos por elementos mais finos, de maneira a constituir-se uma massa homogénea, densa e compacta.

A fiscalização sempre que entender necessário poderá, para comprovação desses materiais a utilizar nos aterros, exigir os ensaios prescritos na norma em vigor.

O controle do aterro, caso seja exigido, é feito normalmente à custa dos ensaios de determinação da baridade das camadas compactadas, este controle foi exigido no aterro das plataformas de Ag10 e Ag6.



Figura 3.35 - Rega das camadas intermédias, melhorando a compactação; (b) Compactação com cilindro.



Figura 3.36 - Aterro da plataforma de Ag6, concluído; (b) Colocada a camada de tout-venant, concluindo a construção da plataforma.

O encontro das áreas de intervenção com o terreno natural, nomeadamente os taludes, faz-se de forma gradual até às cotas do terreno natural, com pendentes suaves, de modo a que as plataformas se insiram convenientemente na paisagem, como é o caso da plataforma na figura 3.37.

A superfície da plataforma correspondente à fundação, bem como a uma pequena faixa envolvente, é normalmente coberta por tout-venant (Figura 3.36 (b)) permitindo uma melhor mobilidade de pessoas e máquinas aquando dos trabalhos de montagem.

Apesar das plataformas serem mantidas, conforme referido, durante a vida útil do parque, para que possam ser efectuadas operações de manutenção, recebem no final da montagem um revestimento vegetal herbáceo, excepto numa faixa de 4 a 5 m em redor da base da torre de suporte do aerogerador, por razões de segurança contra incêndios. A terra de coberto vegetal é aplicada após a escarificação da plataforma, deixando um acesso definitivo para manutenção da máquina e o seu contorno em tout-venant, ver anexo I.4 e exemplos figura 3.38.



Figura 3.37 - Exemplo de plataforma completamente integrada na morfologia do terreno natural, pronta para montagem do aerogerador.



Figura 3.38 - (a) Plataforma de um aerogerador com aplicação da terra de coberto vegetal; (b) Exemplo de um contorno de um aerogerador concluído.

2.5 Valas de Cabos de Média Tensão

A interligação entre os diferentes aerogeradores e entre estes e o Posto de Corte da rede interna de 15 kV é realizada por uma rede subterrânea de média tensão, constituída por cabos enterrados em vala, os ramais que interligam os diferentes aerogeradores são apresentados no Esquema eléctrico geral e no Esquema geral unifilar, presentes no anexo I. Este trabalho de carácter electotécnico alberga um trabalho base de construção civil. As operações de abertura e passagem de cabos devem ser planeadas com o objectivo de reduzir a área sujeita a decapagem e evitar efeitos negativos em árvores, afloramentos rochosos e elementos patrimoniais. Antes de proceder á abertura o planeamento do traçado segue uma regra básica indicando que as valas de cabos

devem seguir sempre junto aos acessos, com uma distância máxima da valeta (1,5 m) e posterior à vala cerca de 2m. Estes 2m servem para acomodação do material proveniente da abertura (terra de coberto vegetal e escombros em separado).



Figura 3.39 - (a) Vala de cabos em abertura e limpeza; (b) Vala de cabos limpa, pronta para passagem de cabos.

No projecto geral do PE CRII para além dos elementos acessos e aerogeradores, também se encontra definido o traçado da vala de cabos geral. A partir do projecto inicial o dono de obra em colaboração com a Jayme da Costa, S.A., faz as alterações necessárias no local e procede-se à piquetagem in situ da respectiva vala a construir.

Após indicação do dono de obra iniciámos a abertura efectiva da vala de cabos, com uma giratória, que dependendo do tipo de terreno, exige ou não, o engate de martelo, apesar de que por norma os aforamentos rochosos são contornados. Conforme projecto do perfil tipo das valas de cabos eléctricos, (Anexo I.5) a abertura da vala de cabos pode considerar-se pronta quando a sua base se encontra completamente livre de elementos rochosos, exemplo na figura 3.39, que podem danificar os cabos, a profundidade da vala tem de ser no mínimo de 0,80 m e uma largura mínima de 0,40 m (na secção corrente e para um ramal), nos casos em que coincide com uma travessia quer no acesso quer numa passagem hidráulica é necessário recorrer a tubagens e proteger com betão pobre, conforme indicado nos cortes do mesmo projecto no Anexo I.5.

Caso seja necessário passar mais que um ramal na mesma vala, esta terá de ser mais larga consoante o número de trevos de cabo de média a inserir.

No projecto da vala de cabos em corte é possível perceber, que o primeiro cabo a inserir na vala é o cabo de cobre nu 50 mm², é envolvido por uma camada de terra vegetal.

Segue-se uma camada de areia no fundo da vala que serve como “almofada” aos trevos de cabo de média e ao cabo de fibra óptica, para as comunicações, ver figura 3.40 a). Posteriormente para maior protecção do grupo de cabos enterrados são colocadas as placas de protecção mecânica (lajetas de PPC) coberta por mais uma camada de saibro/areia e uma fita plástica com o logótipo da EDP, figura 3.40 b). Na camada final e mais superficial é colocada a terra vegetal e uma rede vermelha, indicando a quem escavar no local que em profundidade existem cabos de média tensão (Figura 3.41).

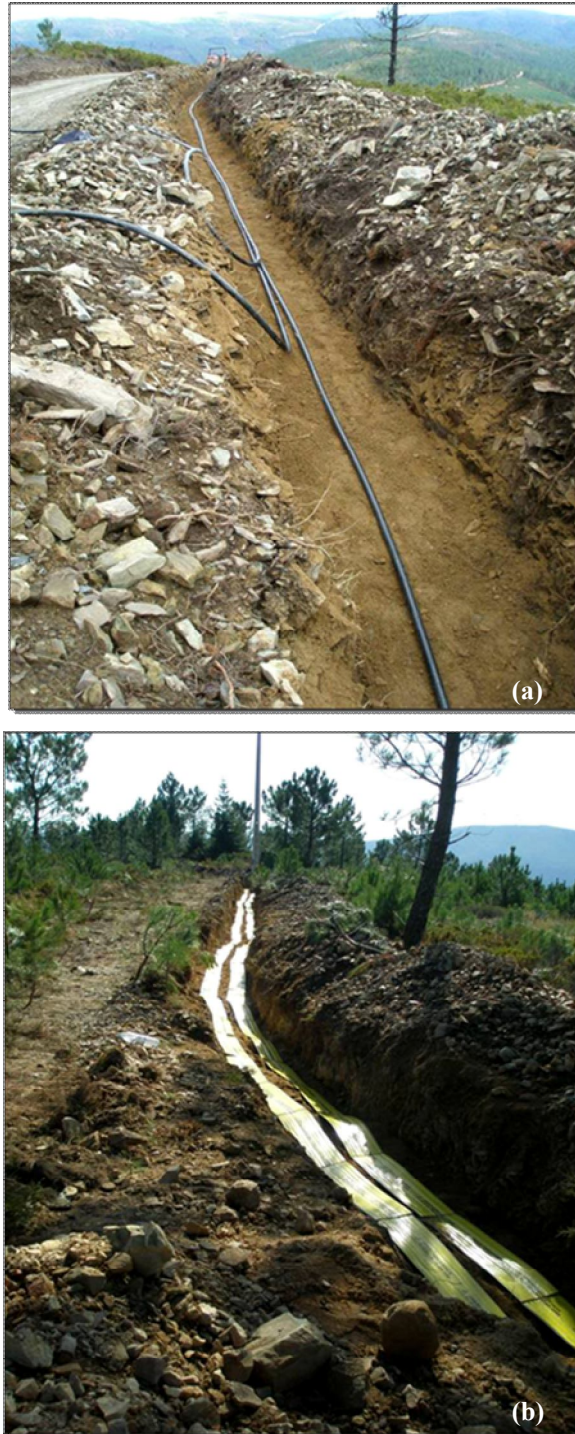


Figura 3.40 - (a) Vala de cabos com a almofada de fundo e os primeiros cabos; (b) Vala de cabos com a primeira protecção de saibro e placas.



Figura 3.41 - (a) Vala de cabos á entrada da sapata de um aerogerador; (b) Últimas protecções antes do aterro da vala de cabos, rede e fita.

Finalizando os trabalhos de construção de vala de cabos é assinalada através de prumos verticais de betão com 1,2m de comprimento e altura de 0,70 m acima da superfície, pintados a branco, com um afastamento de no máximo 60 m, encurtando esta distância em zonas de menor visibilidade.

3. Edificações de Apoio

Neste capítulo encontram-se descritas de forma breve as metodologias de construção das *Edificações de Apoio*, como o *Edifício de Comando – Enernova* e a *Subestação de Oleiros 60/15 kV – EDIS*.

3.1 Localização e implantação

Localizam-se à face dum acesso a construir, que deriva do acesso existente ao PECRI, cerca de 1.300 m à frente do arranque do mesmo, a partir da EM351, assumindo, tanto pela sua volumetria como pela área ocupada, uma expressão relativamente reduzida, uma vez que a nível arquitectónico foram estudados para ficarem inseridos/encastrados na encosta.

As edificações consistem num Edifício de Comando (Enernova) e uma Subestação (EDIS) que alberga uma zona a céu aberto e um Posto de Corte, no total abrange uma área de cerca de 950 m². Numa plataforma adjacente ao edifício de comando, entre este e a subestação, situa-se uma zona para estacionamento de viaturas, com uma área de 57,0 m², no anexo III.1 é possível consultar a planta de definição do projecto.



Figura 3.42 - Escavação em curso para implantação do E. Comando e Subestação.

As escavações a efectuar, para implantação das edificações não são levadas a efeito sem primeiramente se ter feito a implantação no terreno das cotas do projecto, figura 3.42. A Jayme da Costa, S.A., faz a verificação de cotas, alinhamentos e áreas do projecto, para que não existam quaisquer divergências entre os elementos eventualmente fornecidos e os especificados no projecto. Excepcionalmente quando

interferência com elementos previamente instalados, como valas de cabos, drenagens, elementos de valor patrimonial, para evitar estes elementos são feitas as alterações necessárias ao projecto em comum acordo com o dono de obra.

A escavação deste conjunto de edifícios é executada conforme especificado nas condições técnicas referidas no item de movimentos de terra, cumprindo todas as regras de segurança e de boa construção. A escavação é mantida livre de água por intermédio de bombagem ou outro meio, os seus taludes são devidamente protegidos e a sua base limpa de materiais soltos antes de ser iniciada a aplicação do betão de limpeza ou de regularização.

3.2 Aplicações de Betão

O estudo, fabrico, colocação em obra, cura e controlo dos betões devem obedecer às disposições regulamentares aplicáveis nomeadamente da NP ENV 206 " Betão. Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade" e, complementarmente, às prescrições das condições técnicas do projecto do parque eólico.

Os procedimentos para satisfatória preparação das superfícies de fundação com que o betão contacta são determinados pelas exigências do projecto e pela natureza do material de fundação local.

A rocha de fundação é saneada de todos os elementos desagregáveis, ocios, depósitos de matéria orgânica e outras substâncias estranhas, tendo o cuidado de limpar eventuais fendas até profundidade conveniente. Quando necessário, as superfícies são tratadas (por exemplo por picagem) de modo a existirem boas condições de aderência ao betão.



Figura 3.43 - Aplicação de betão nas fundações.

A rocha é lavada com água sob pressão e permanece molhada durante as 24 horas anteriores à betonagem, mas, imediatamente antes do início desta, toda a água residual será eliminada usando jactos de ar de modo a que as superfícies fiquem perfeitamente limpas e enxutas.

Nenhuma betonagem é iniciada sem autorização da fiscalização, após ter procedido às verificações que entender convenientes, tais como as relativas a implantações, dimensões, estado da fundação, superfícies de juntas, moldes e armaduras, bem como à colheita de elementos para efeitos de medições. Deve, pois, a Jayme da Costa, S.A. comunicar, antecipadamente, o momento em que estejam reunidas as condições para a efectivação de tais operações. Uma vez concedida a referida autorização, deverá a colocação do betão iniciar-se sem demora, ver figura 3.43.

A preparação das juntas de trabalho não moldadas (horizontais ou de pequena inclinação), entre betonagens sucessivas, a intervalos de tempo normais, faz-se do modo idêntico à preparação da base para a aplicação do betão de regularização.

A autorização da fiscalização para betonar pode ser negada ou suspensa por motivo de chuva ou de temperaturas extremas, em situações que envolvam risco de deterioração da qualidade do betão.

Em qualquer circunstância, não há autorização para colocar betão com valores máximos de 30°C da temperatura do mesmo.

Os paramentos vistos, neste caso os muros de betão á vista, na zona frontal do E. Comando, devem ficar lisos e bem desempenados, de modo a dispensarem a aplicação posterior de reboco de acabamento ou qualquer outro tratamento.

Com vista à realização, tão cedo quanto possível, duma cura eficaz do betão e das reparações eventualmente necessárias, não devem ser excessivamente ultrapassados os prazos mínimos de desmoldagem especificados para cada caso.

Imediatamente após a desmoldagem, a procede-se à reparação das imperfeições que o betão eventualmente apresente, usando processos que a fiscalização aprove e que garantam a qualidade e durabilidade exigidas ao próprio betão. Tais reparações devem ficar concluídas dentro de 24 horas contadas a partir da desmoldagem.

3.3 Edifício de Comando – ENERNOVA

Trata-se de um edifício industrial de piso térreo, com cobertura em terraço não visitável, e planta aproximadamente quadrada, ocupando uma área coberta próxima de 130 m², destinada a albergar uma sala de contagem, um hall de entrada, uma sala de quadros, uma ferramentaria, uma sala de comando e umas instalações sanitárias. A entrada principal situa-se num dos seus vértices.

Em termos de ocupação, na maior parte do tempo este edifício estará abandonado, prevendo-se uma utilização por uma ou duas pessoas, durante cerca de um dia por semana (apenas no período diurno), ao longo do ano.

A opção por esta tipologia reside tanto no facto de não haver referências construídas nas proximidades, como também no emprego de um sistema construtivo expedito.



Figura 3.44 - (a) Betonagem das fundações do E. Comando; (b) Conclusão de pilares.



Figura 3.45 - (a) Betonagem das vigas de cobertura; (b) Colocação das pré-lajes de cobertura; (c) Betonagem da cobertura do Edifício.

Construtivamente o edifício caracteriza-se pela utilização de elementos pré-fabricados, patente no emprego de pré-laje (Figura 3.45), blocos do tipo Argibetão já com acabamento em paredes interiores e, como já se fez referência, painéis metálicos em três fachadas. Primeiramente tem lugar as betonagens dos elementos das fundações e pilares e paredes estruturais, como é possível observar na Figura 3.44. Seguindo-se as betonagens das vigas de cobertura, que suportarão o peso da cobertura em conjunto com os pilares, ver figura 3.45 b) e c).

Após concluídos os elementos estruturais do E. Comando são iniciadas as alvenarias, nas paredes interiores e exteriores, onde neste caso se recorreu, conforme projecto, à utilização de blocos com acabamento riscado, uma vez que não existem paredes rebocadas (Figura 3.46), este tipo de acabamento do bloco dá um aspecto mais cuidado, conforme já foi referido exteriormente as paredes em bloco são impermeabilizadas pelos painéis metálicos tipo “Alaço”, Figura 3.49.

A sobriedade formal, patente na planta, não impede todavia a existência de algum movimento nos demais planos verticais e horizontais, sobretudo patentes na entrada

principal, flanqueada por paredes de diferentes alturas, e na pala horizontal que protege a entrada.

A cobertura do E. Comando após betonagem ainda é aplicada uma camada de betão leve e uma betonilha de regularização para efectuar as pendentes que permites drenagem de toda a cobertura para os tubos de queda. Por cima é aplicada a tela de impermeabilização, conforme mostra a Figura 3.46 b), seguindo-se uma camada de roofmate, tela geotextil e para finalizar o godo, na Figura 3.47 a) é possível ver o aspecto final da cobertura.



Figura 3.46 - (a) Aplicação de alvenaria, blocos de cor branca acabamento riscado, á vista; (b) Aplicação da tela de impermeabilização da cobertura, conforme projecto.

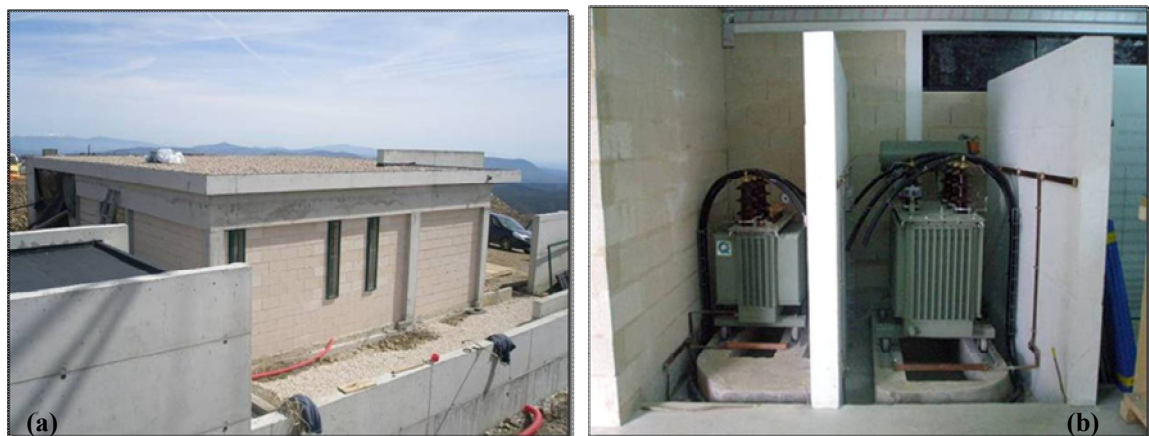


Figura 3.47 - (a) Cobertura concluída, iniciado o trabalho de serralharias; (b) Entrada dos equipamentos eléctricos em obra e iluminação.

Como é possível observar na Figura 3.47 b) assim que existem as mínimas condições dentro do E. Comando a parte eléctrica inicia os seus trabalhos, neste caso podemos ver a instalação dos TSA (Transformador dos Serviços Auxiliares) e RN (Reactância de Neutro), assim como na Figura 3.48 a inserção das celas e aparelhagens na sala de quadros.



Figura 3.48 - Inserção de aparelhagens e celas na sala de quadros.

A arquitectura do edifício insere-se mimeticamente na topografia e paisagem envolvente, utilizando simultaneamente painéis metálicos verdes nas fachadas e materiais tradicionais da região, designadamente o xisto, em pavimentos exteriores.

Um aspecto importante e que define a arquitectura e imagem do edifício são a forma e a dimensão dos vãos. Estes foram reduzidos ao mínimo, de forma a dificultar a acção dos ladrões, cuja experiência nos tem demonstrado serem particularmente activos em edifícios abandonados situados em zonas remotas.

Foram usadas frestas verticais nas fachadas frontal e lateral e uma horizontal na fachada posterior, com dimensões variáveis, estando a horizontal protegida exteriormente com gradeamento.



Figura 3.49 - (a) Trabalho de revestimento exterior com painéis Alaço; (b) Acabamentos exteriores: Escadas, lancis e passeios.

Após conclusão dos trabalhos interiores a construção civil continua agora nos arranjos exteriores, onde se constroem os passeios, escadas de acesso na entrada, com recurso às pedras da região (conforme projecto) e parque de estacionamento, Figura 3.49.



Figura 3.50 (a) Pinturas concluídas, entrada de equipamento Sinalização de segurança e meios de extinção portáteis; (b) Piso anti-estático concluído, aplicação de louças.

Nas traseiras do edifício de comando, é construído o Grupo Hidropressor com uma área de cerca de 4,5 m², situa-se a casa das máquinas, que se destina a albergar o depósito para a água de abastecimento, abaixo do pavimento, com espaço para 2000 L de água, bem como o respectivo grupo hidropressor e o compressor do sistema de ar condicionado.

Assim que a parte eléctrica termina o seu trabalho de electrificação do E. Comando aparelhagens e celas e passagem de cabos, a construção civil volta ao interior do E.Comando para finalizar os trabalhos, neste caso a aplicação das louças sanitárias, pinturas finais e aplicação do piso anti-estático em todas as divisões do E. Comando, conforme se pode observar nas Figuras 3.50, e 3.51.



Figura 3.51 - (a) Aspecto da sala de comando; (b) Instalações eléctricas e serralharias concluídas, piso anti-estático concluído.

O abastecimento de água nas instalações sanitárias do E. Comando é feita através de uma rede de tubos que canalizam e reaproveitam todas as águas pluviais até ao reservatório em betão e devidamente impermeabilizado, situado no Grupo Hidropressor.

Na Figura 3.52 é possível apreciar o trabalho de construção civil concluído no E Comando, onde é possível ver as escadas e passeios exteriores.



Figura 3.52 - Edifício de Comando concluído.

3.4 Subestação de Oleiros 60/15 KV – EDIS

A subestação de Oleiros, que é um espaço a céu aberto, implanta-se em área adjacente ao Edifício de Comando e ocupa uma área total de cerca de 530 m², na qual também será edificada um Posto de Corte.

No geral este conjunto é composto pelo Posto de Corte, pelos arruamentos de circulação interior, pelas drenagens, por alguns canais e maciços das estruturas metálicas e pelas redes subterrâneas de cabos. A proteger todo o perímetro exterior do parque está prevista a construção de uma vedação metálica assente sobre muretes ou muros de betão armado.

No que respeita a construção do Posto de Corte é idêntico ao percurso efectuado na construção do E. Comando. Iniciando pelas betonagens dos elementos das fundações, figura 3.53. Seguindo-se a construção dos pilares e cobertura, como mostram as figuras 3.54 b) e 3.55 a).



Figura 3.53 - (a) Armaduras das vigas de fundação e sapatas, betão de limpeza na subestação. (b) Concluídas as fundações.



Figura 3.54 - (a) Betonagens dos maciços dos pórticos da subestação; (b) Pilares do Posto de Corte, concluídos.

O parque exterior de aparelhagem ou Subestação é composto, como já foi referido, por uma área de parque exterior onde são instalados:

- ♣ Os maciços de betão armado para suporte das estruturas metálicas, figura 3.54;
- ♣ Os canais para passagem dos cabos de potência e comando e controlo;
- ♣ As caixas de visita dos cabos de MT, BT e de terras;
- ♣ As redes de terras;
- ♣ As redes de drenagem de esgotos pluviais e residuais e rede de distribuição de água;
- ♣ As zonas de circulação que permitem o acesso ao edifício ou ao equipamento dos meios necessários à montagem, reparação ou substituição dos equipamentos.

Após a betonagem dos maciços as estruturas metálicas começam a ser montadas pela parte eléctrica, como pode ser observado na Figura 3.55 b)

Em todo o perímetro existe uma vedação composta por um murete ou muro de betão armado e por painéis rígidos de rede resistente e soldada, sustentada por postes metálicos adequadamente espaçados. Deverá dispor de um portão metálico de entrada, fixado a dois muros de betão, num dos quais se encontra o painel de identificação da instalação e respectiva iluminação.



Figura 3.55 - (a) Laje de cobertura do Posto de Corte, maciços da subestação, betonados, iniciada a colocação das estruturas metálicas; (b) Maciços e estruturas metálicas em conclusão.



Figura 3.56 - (a) Transformador colocado no respectivo maciço; (b) Aterros entre maciços concluídos, colocação de brita, tampas das caleiras, aplicação de portão e vedação.

Na área onde se encontra instalado o equipamento exterior é feita aplicação de brita sobre uma tela de geotextil perfurada que se destina a dificultar o crescimento de espécies vegetais, como mostra a Figura 3.56 a Subestação com o Transformador já instalado e a brita aplicada.

Neste parque exterior e nos arruamentos está prevista a instalação de uma rede de drenagem de águas pluviais que ligará ao local mais adequado encaminhamento das águas. A esta rede ligam também as drenagens dos canais, caixas e tubos de queda do Posto de Corte.

O Posto de Corte é constituído por uma estrutura de betão armado devidamente dimensionada por programa de cálculo automático, tendo em conta as acções regulamentares aplicáveis. As paredes são duplas, de alvenaria de tijolo revestidas a reboco interior e exterior com acabamento em tinta plástica, como mostra a Figura 3.57. Foi realizado um revestimento de pedra, sob as janelas, adequada à região. De modo a melhorar o comportamento térmico foi feito um isolamento do interior das paredes e cobertura com placas de poliestireno expandido (Wallmate).



Figura 3.57 - (a) Assentamento de alvenarias; (b) Rebocos interiores.

A cobertura é composta por telhas de fibrocimento incorporadas por aditivos com cor igual ao da telha tradicional, assentes sobre estrutura de vigotas pré-fabricadas, conforme ilustrado na Figura 3.58 a). Toda a platibanda é isolada das águas através da aplicação de telas betuminosas e remates de zinco.

A caleira de recolha de águas é, também, isolada com telas betuminosas e remates de zinco, fazendo-se a drenagem das águas pluviais através de tubos de queda ligados à rede geral.

As janelas e portas são, respectivamente, de alumínio termolacado e chapa de aço sobre estrutura rígida, estando estrategicamente dimensionadas e localizadas de modo a minimizar os efeitos térmicos no interior do edifício. A entrada de luz e ventilação far-se-á através de janelas compostas por vidros instalados em caixilhos fixos. As suas reduzidas dimensões e o tipo de vidros previstos, dado a não permanência de pessoas no local, pretendem dificultar a intrusão e reduzir os efeitos do vandalismo.

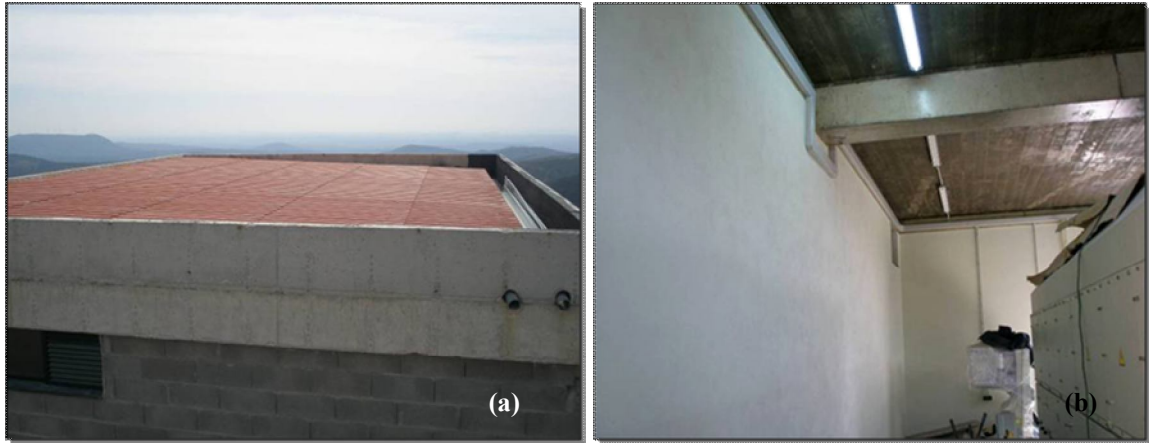


Figura 3.58 - (a) Drenagens da cobertura e telha aplicada; (b) Entrada das instalações eléctricas e iluminações.

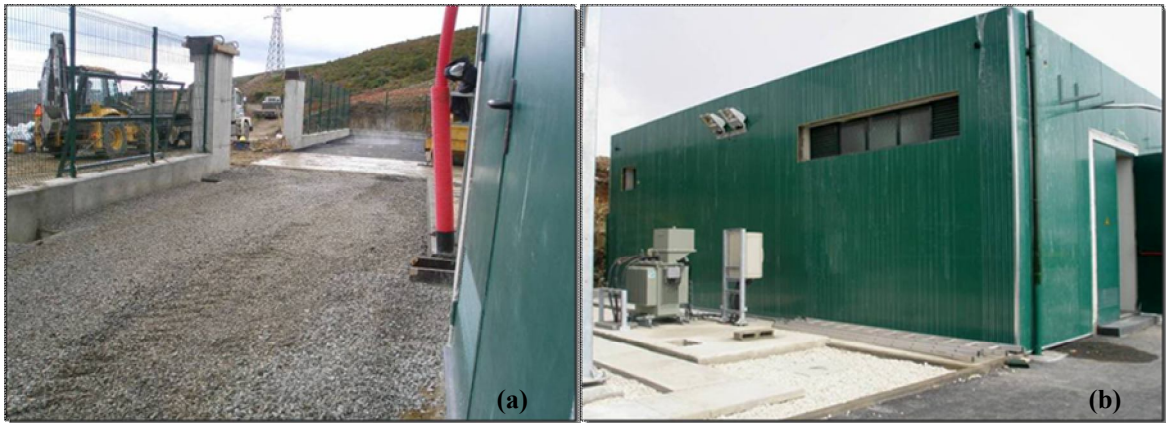


Figura 3.59 - (a) Construção do caminho interior em betuminoso, (b) Aplicação do revestimento exterior.

O Posto de Corte é impermeabilizado exteriormente à semelhança do E. Comando, por painéis metálicos tipo “Alaço” verdes, ilustrado na Figura 3.59 b).

As serralharias de ferro são aplicadas essencialmente nas tampas de canais interiores do Posto de Corte e nas estruturas metálicas do parque exterior de aparelhagem.



Figura 3.60 - Trabalhos de instalações eléctricas em conclusão, piso anti-estático aplicado.

O Posto de Corte dispõe de elementos de ventilação de modo a poder fazer-se uma renovação lenta ou rápida do ar interior do edifício.

O interior do Posto de Corte é composto por uma área ampla com duas zonas de utilização:

- ♣ Uma designada de Comando e Controlo que disporá de uma frente de placas de pavimento sobre elevado com as características adequadas, sob as quais circularão os cabos de ligação aos armários. Os armários são instalados sobre uma estrutura metálica resistente, figura 3.60;
- ♣ Outra onde é instalado o quadro média tensão que disporá de um pavimento de alta resistência mecânica de modo a suportar as condições de serviço.

Todos os canais de passagem de cabos são em betão ligeiramente armado tapados por chapas metálicas devidamente tratadas.

O quadro metálico de média tensão assenta, na zona do canal, sobre uma estrutura metálica composta por vigas e pilares devidamente dimensionados e tratados contra a corrosão.

Na Figura 3.61 pode ser apreciado o exterior do Posto de Corte, onde existe um passeio em betuminoso (b), a Subestação concluída e a vedação a incluir as duas edificações (a).



Figura 3.61 - (a) Subestação concluída; (b) Posto de Corte da Subestação de Oleiros concluída.

4. Controlo Implementado

4.1 Segurança

A Jayme da Costa, S.A. elaborou um **Plano de Segurança, Higiene e Saúde**, designado por **PSS**, decorre das disposições previstas na Directiva nº 92/57/CEE, do Conselho, de 24 de Junho e no Decreto-Lei nº 273/2003 e tem por objectivo a identificação dos principais riscos associados à execução dos trabalhos indicados no âmbito deste documento no “Parque Eólico de Cabeço da Rainha II”, e enquadrar os procedimentos a desenvolver no sentido de minimizar ou eliminar os riscos associados a esse projecto. É objectivo primordial do PSS a protecção dos trabalhadores visando a redução dos índices de sinistralidade, o aumento da produtividade e a melhoria das condições de trabalho e a resultante melhoria da Qualidade da obra. O PSS foi distribuído aos vários intervenientes em obra e a sua entrega evidenciada no impresso.

A Jayme da Costa, S.A. neste âmbito faz-se representar em obra duas vezes por semana por um técnico de segurança, que é fiscalizado pela Coordenação de Segurança, eleita pelo dono de obra.

Na sua qualidade como técnico de Segurança o seu trabalho nas visitas ao PE CRII é a implementação e cumprimento quanto ao definido pelo PSS, previamente aprovado. Foi necessário o controle através de mapas mensais relativamente aos trabalhadores e equipamentos em obra, onde é verificada toda a documentação de todos os intervenientes, assim como uma participação activa em todo o tipo de trabalhos executados no intuito de sensibilizar os trabalhadores para as regras de segurança, caso não estivessem a ser cumpridas.

4.1.1 Requisitos Regulamentares e Estatutários

Genéricos

Decreto-Lei n.º 109/2000, de 30 de Julho Altera o Decreto-lei 26/94 de 1 de Fevereiro, que define as disposições legais que estabelecem o regime de organização e funcionamento das actividades de segurança, higiene e saúde no trabalho.

Portaria n.º 987/93, de 6 de Outubro Estabelece as normas técnicas de execução do Decreto-lei n.º 347/93 de 1 de Outubro.

Decreto – Lei n.º 347/93 de 1 de Outubro (Transposição da Directiva nº 89/654/CEE de 1 de Outubro de 1993 relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para os locais de trabalho).

Decreto – Lei n.º 441/91, de 14 de Novembro. (Lei Quadro de S H S T).

Construção Civil

Decreto – Lei n.º 41820/58 de 11 de Agosto (Segurança no Trabalho da Construção).

Decreto – Lei n.º 41821/58 de 11 de Agosto (Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção).

Energia Eléctrica

Decreto – Lei n.º 29/2006 de 28 de Dezembro. Estabelece os princípios gerais relativos à organização e funcionamento do sistema eléctrico nacional, bem como ao exercício das actividades de produção, transporte, distribuição e comercialização de electricidade e à organização dos mercados de electricidade.

Decreto – Lei n.º 226/2005 de 15 de Fevereiro. Prevê a revisão do regulamento de segurança de instalações de utilização de energia eléctrica.

Decreto – Lei n.º 56/85 de 5 de Setembro. Alterações ao Decreto-Lei n.º 42895/60 de 31 de Março.

Decreto – Lei n.º 14/77 de 5 de Setembro Alterações ao Decreto-Lei n.º 42895/60 de 31 de Março.

Decreto-Lei n.º 740/74, de 26/12 Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica.

Decreto-Lei n.º 42895/60 de 31 de Março. Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento.

RSIUEE Regulamento de segurança de instalações de utilização de energia eléctrica.

Estaleiros

Decreto – Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro (Transposição da Directiva Estaleiros).

Portaria n.º 101/96 de 3 de Abril (Regulamenta as prescrições mínimas de Segurança e Saúde nos locais e postos de trabalho dos Estaleiros Temporários ou Móveis).

Portaria n.º 46 427/65 de 10 de Julho (Regulamento das Instalações Provisórias Destinadas ao Pessoal Empregado nas Obras).

Ruído

Decreto – Lei 221/2006 de 8 de Novembro (estabelece as regras em matéria de emissões sonoras relativas colocação no mercado e entrada em serviço de equipamento para utilização no exterior).

Decreto – Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro (Prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao ruído).

Vibrações

Decreto – Lei 46/2006 de 24 de Fevereiro (prescrições mínimas de protecção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a vibrações).

Equipamentos de Protecção Individual

Portaria nº 1131/93 de 4 Novembro – (Regulamenta o Decreto – Lei nº 128/93 de 22 de Abril).

Decreto – Lei nº 128/93 de 22 de Abril (Equipamento de Protecção Individual).

Portaria n.º 988/93 de 6 Outubro – (Regulamenta o Decreto - Lei n.º 348/93 de 1 de Outubro).

Decreto – Lei n.º 348/93 de 1 de Outubro (Equipamento de Protecção Individual).

Máquinas e Equipamentos de Estaleiro

Decreto – Lei n.º 50/2005, de 25/02 Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos no trabalho.

Decreto-Lei n.º 320/2001 de 12 de Dezembro Transposição da Directiva "Máquinas".

Decreto-Lei n.º 214/95 de 18 de Agosto Estabelece as condições de utilização e comercialização de máquinas usadas, visando a protecção da saúde e segurança dos utilizadores e de terceiros.

Decreto – Lei n.º 331/93 de 25 de Setembro (Transposição da Directiva n.º89/655/CEE de 30 de Novembro relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde na utilização de equipamentos de trabalho).

Decreto-Lei n.º105/91 de 8 de Março Estabelece o regime de colocação no mercado e utilização de máquinas e material de estaleiro.

Sinalização

Portaria n.º 1456-A/95 de 11 de Dezembro (Regulamenta a colocação de Sinalização de Segurança).

Decreto – Lei n.º 141/95 de 14 de Junho (Sinalização de Segurança e Saúde).

Movimentação Manual de Cargas

Decreto – Lei n.º 330/93 de 25 de Setembro (Segurança na Movimentação Manual de Cargas).

Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais

Decreto Regulamentar 6/2001 de 5 de Maio Lista de doenças profissionais.

Decreto-Lei n.º 100/97 de 13 de Setembro Regime jurídico dos acidentes de trabalho.

Actividades de Segurança e Higiene no Trabalho

Decreto-Lei n.º 110/2000, de 30 de Junho Estabelece as condições de acesso e de exercício das profissões de técnico superior de segurança e higiene no trabalho e de técnico de segurança e higiene do trabalho, bem como as normas específicas de emissão de certificados de aptidão profissional e as condições de homologação dos respectivos cursos de formação profissional.

Decreto – Lei n.º 109/2000, de 30 de Junho. (Alteração ao Regime de Organização e Funcionamento das Actividades de S H S T).

Decreto – Lei n.º 26/94, de 1 de Fevereiro. (Organização e Funcionamento das Actividades de S H S T).

Produtos Explosivos

Decreto-lei 376/84 de 30 de Novembro. Regulamento sobre o licenciamento dos estabelecimentos de fabrico e armazenagem de produtos explosivos, Regulamento sobre o fabrico, armazenagem, comércio e emprego de produtos explosivos e Regulamento sobre a fiscalização de produtos explosivos.

Normas

Normas CEI 479-1 e 479-2: 1994 - Efeitos da corrente eléctrica sobre o corpo humano.

Norma EN 50110-1, 1996 – Trabalhos em instalações eléctricas.

NP 1562:1978 – Higiene e segurança no trabalho. Segurança na utilização de equipamentos mecânicos de transmissão de força motriz.

NP 2036:1986 – Higiene e segurança no trabalho. Ferramentas portáteis. Requisitos gerais de concepção e utilização.

4.1.1.1 Identificação de perigos e riscos

A execução das diversas etapas de execução desta obra compreende os seguintes riscos:

Actividade	Materiais Equipamentos	Perigos	Riscos	Exp.	Sev.	Medidas de Protecção / Prevenção / Controlo			N.º Pessoas	Exp.	Sev.	Prev.	N.º Pessoas	IR
						EPI	EPC	PHS						
Arranque da Obra	Estropos Cabos de Aço Varões de ferro Multifunções Retroescavadora Viaturas de transporte de materiais Ferramentas manuais e eléctricas	Circulação de máquinas e veículos	Atropelamento / Choque de veículos Queda de pessoas ao mesmo nível	Ocasional	Crítico		Sinalização	PHS022 PHS036 PHS040	4 a 10	3	10	3	2	180
		Movimentação de terras	Soterramento	Frequente	Marginal		Formação	PHS012	4 a 10	4	5	2	2	80
		Movimentação de cargas pesadas	Entaladela / esmagamento	Ocasional	Crítico		Formação	PHS004	4 a 10	3	10	2	2	120
		Trabalhos com máquinas e ferramentas	Cortes	Frequente	Marginal	Luvas		PHS002 PHS046	4 a 10	4	5	2	2	80
Desmatação / regularização de terreno	Materiais de sinalização Materiais diversos Retroescavadora Máquinas de movimentação de terras Ferramentas manuais.	Circulação de máquinas e veículos	Atropelamento / Choque de veículos	Frequente	Crítico		Sinalização	PHS022 PHS036 PHS040 PHS043 PHS044	4 a 10	4	10	2	2	160
		Movimentação de terras	Soterramento; Queda de pessoas ao mesmo nível	Frequente	Marginal		Sinalização Formação	PHS012 PHS024	4 a 10	4	5	2	2	80
		Trabalhos com máquinas e ferramentas	Entaladela / esmagamento Cortes	Ocasional	Marginal	Luvas Botas Capacete		PHS002 PHS046	1 a 3	3	5	2	1	30

Actividade	Materiais Equipamentos	Perigos	Riscos	Exp.	Sev.	Medidas de Protecção / Prevenção / Controlo			N.º Pessoas	Exp.	Sev.	Prev.	N.º Pessoas	IR
						EPI	EPC	PHS						
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem ruído	Exposição ao ruído	Ocasional	Marginal	Auriculares		PHS002 PHS033 PHS046	4 a 10	3	5	3	2	90
Melhoramento ou execução de acessos	Varões de ferro Material de sinalização Materiais diversos Retroescavadora Maquinas de movimentação de terras Dumper Bulldozer Cilindro Ferramentas manuais	Circulação de máquinas e veículos	Atropelamento / Choque de veículos Entaladela / esmagamento	Ocasional	Crítico		Sinalização Formação	PHS022 PHS036 PHS040 PHS043 PHS044	4 a 10	3	10	2	2	120
		Movimentação de terras	Soterramento Queda de pessoas ao mesmo nível	Remoto	Crítico		Formação	PHS012	4 a 10	2	10	2	2	80
		Trabalhos com máquinas e ferramentas	Cortes	Ocasional	Marginal	Luvas	Formação	PHS002 PHS046	1 a 3	3	5	2	1	30
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem ruído	Exposição ao ruído	Ocasional	Marginal	Auriculares		PHS002 PHS033 PHS046	4 a 10	3	5	2	2	60
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem vibrações	Exposição a vibrações	Ocasional	Negligenciável	Luvas	Formação	PHS002 PHS034	1 a 3	3	1	3	1	9
Fundações	Materiais diversos Retro escavadora Dumper Compressor Martelo pneumático Ferramentas manuais	Circulação de máquinas e veículos	Atropelamento / Choque de veículos Soterramento	Remoto	Crítico		Sinalização	PHS022 PHS036 PHS040 PHS043	4 a 10	2	10	2	2	80
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem ruído.	Exposição ao ruído	Ocasional	Marginal	Auriculares		PHS002 PHS033 PHS046	4 a 10	3	5	2	2	60

Actividade	Materiais Equipamentos	Perigos	Riscos	Exp.	Sev.	Medidas de Protecção / Prevenção / Controlo			N.º Pessoas	Exp.	Sev.	Prev.	N.º Pessoas	IR
						EPI	EPC	PHS						
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem vibrações	Exposição às vibrações	Ocasional	Negligenciável	Luvas	Formação	PHS002 PHS034	1 a 3	3	1	3	1	9
		Manipulação de objectos e ferramentas	Entaladela / esmagamento Cortes / lesões	Ocasional	Marginal	Luvas		PHS002 PHS046	4 a 10	3	5	2	2	60
Escavação / abertura de valas	Materiais diversos Retroescavadora Compressor Martelo pneumático Ferramentas manuais Equipamento de sinalização e delimitação	Circulação de máquinas e veículos	Atropelamento / Choque de veículos	Ocasional	Crítico		Sinalização	PHS022 PHS036 PHS040 PHS043	4 a 10	3	10	2	2	120
		Movimentação de terras	Soterramento Queda de pessoas ao mesmo nível	Remoto	Crítico		Formação Sinalização	PHS012	4 a 10	2	10	2	2	80
		Trabalhos com máquinas e ferramentas	Entaladela / esmagamento	Remoto	Crítico	Luvas	Formação	PHS002 PHS046	4 a 10	2	10	2	2	80
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem ruído	Exposição ao ruído	Ocasional	Marginal	Auriculares		PHS002 PHS033 PHS046	4 a 10	3	5	2	2	60
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem vibrações	Exposição a vibrações	Ocasional	Negligenciável	Luvas	Formação	PHS002 PHS034	1 a 3	3	1	3	1	9
		Desenrolamento de cabos	Lesões esquelético - musculares	Ocasional	Marginal		Formação Rotação	PHS004 PHS015	4 a 10	3	5	3	2	90
Cofragens e descofragens	Painéis de cofragem Madeiras Óleo descofrante Ferramentas manuais	Manipulação de objectos e ferramentas	Queda de objectos em manipulação	Remoto	Negligenciável	Bolsa de ferramentas		PHS002 PHS005 PHS046 PHS051	4 a 10	2	1	2	2	8

Actividade	Materiais Equipamentos	Perigos	Riscos	Exp.	Sev.	Medidas de Protecção / Prevenção / Controlo			N.º Pessoas	Exp.	Sev.	Prev.	N.º Pessoas	IR
						EPI	EPC	PHS						
	Equipamento elevatório	Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem ruído	Exposição ao ruído	Ocasional	Marginal	Auriculares		PHS002 PHS033 PHS046	4 a 10	3	5	2	2	60
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem vibrações	Exposição a vibrações	Ocasional	Negligenciável	Luvas	Formação	PHS002 PHS034	1 a 3	3	1	3	1	9
		Movimentação manual de cargas	Lesões esquelético - muscular	Ocasional	Marginal		Formação Rotação	PHS003	4 a 10	3	5	3	2	90
Betonagem e alvenaria	Água Cimento Inertes Varão de ferro Combustíveis Madeira Betoneira Ferramentas manuais Vibrador Compresso Andaimes Veículos para transporte de betão	Trabalhos com substâncias tóxicas ou nocivas	Envenenamento / intoxicações / Queimaduras	Improvável	Crítico	Máscara Viseira Luvas		PHS002 PHS017 PHS041	1 a 3	1	10	2	1	20
		Circulação de máquinas e veículos	Atropelamento / Choque de veículos	Ocasional	Crítico		Sinalização	PHS022 PHS036 PHS040 PHS042 PHS052	4 a 10	3	10	2	2	120
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem ruído	Exposição ao ruído	Ocasional	Marginal	Auriculares		PHS002 PHS033 PHS046	4 a 10	3	5	2	2	60
		Manipulação de objectos ou materiais na execução de trabalhos	Queda de objectos em manipulação	Ocasional	Negligenciável	Bolsa de ferramentas		PHS046 PHS019 PHS022	4 a 10	3	1	2	2	12
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem vibrações	Exposição a vibrações	Ocasional	Negligenciável	Luvas	Formação	PHS002 PHS034	1 a 3	3	1	3	1	9

Actividade	Materiais Equipamentos	Perigos	Riscos	Exp.	Sev.	Medidas de Protecção / Prevenção / Controlo			N.º Pessoas	Exp.	Sev.	Prev.	N.º Pessoas	IR
						EPI	EPC	PHS						
		Movimentação manual de cargas	Lesões esquelético - muscular	Ocasional	Marginal		Formação Rotação	PHS003	4 a 10	3	5	3	2	90
Transporte de materiais e utilização de máquinas e viaturas	Inertes Bobines de cabos Combustíveis Madeiras Cimento Ferro Ferramentas manuais	Trabalhos com substâncias tóxicas ou nocivas	Envenenamento / intoxicações / Queimaduras	Improvável	Crítico	Máscara Viseira Luvas		PHS002 PHS017	1 a 3	1	10	2	1	20
		Movimentação manual de cargas	Lesões musculo – esqueléticas	Ocasional	Marginal		Formação Rotação	PHS003 PHS036 PHS043 PHS044 PHS046	4 a 10	3	5	3	2	90
Colocação dos maciços das torres dos aerogeradores	Cabos eléctricos Eléctrodo de terra Pólvora Disco metálico Granulado de soldadura Ferramentas manuais Maçarico de soldadura Molde metálico Alicate Pistola de ignição	Manipulação de elementos explosivos	Explosão	Improvável	Crítico		Formação	PHS019 PHS049	1 a 3	1	10	2	1	20
		Trabalhos com máquinas e ferramentas	Cortes / lesões	Ocasional	Marginal	Luvas		PHS002 PHS046 POF044	4 a 10	3	5	2	2	60
		Movimentação manual de cargas	Lesões esquelético - muscular	Ocasional	Marginal		Formação Rotação	PHS003	4 a 10	3	5	3	2	90
		Movimentação de terras	Exposição a poeiras	Ocasional	Marginal		Máscara	PHS012	4 a 10	3	5	3	2	90
		Trabalhos com máquinas ou elementos que emitem vibrações	Exposição a vibrações	Ocasional	Negligenciável	Luvas	Formação	PHS002 PHS034	1 a 3	3	1	3	1	9

Actividade	Materiais Equipamentos	Perigos	Riscos	Exp.	Sev.	Medidas de Protecção / Prevenção / Controlo			N.º Pessoas	Exp.	Sev.	Prev.	N.º Pessoas	IR
						EPI	EPC	PHS						
Colocação dos cabos de MT entre o aerogerador e o ponto de interligação de saída	Bobines de cabos Manilhas Caixas de união ou derivação Braçadeiras Chumbadoiros Tubos de protecção Consola de fixação de cabos e/ou descarregadores de sobretensões Base de desenrolamento Cavalete de desenrolamento Roletes Guincho	Circulação de máquinas e veículos	Entaladela ou esmagamento por capotamento de máquinas	Remoto	Crítico		Sinalização Formação	PHS022 PHS036 PHS040	4 a 10	2	10	2	2	80
		Circulação em terrenos irregulares	Queda de pessoas ao mesmo nível	Ocasional	Marginal		Formação	PHS022 PHS040	4 a 10	3	5	3	2	90
		Manipulação de objectos e ferramentas	Cortes / lesões	Ocasional	Marginal	Luvas		PHS002 PHS005 PHS015 PHS046	4 a 10	3	5	2	2	60
		Movimentação manual de cargas	Lesões musculoesqueléticas	Ocasional	Margina		Formação Rotação	PHS003	4 a 10	3	5	3	2	90
		Movimentação de cargas pesadas	Entaladela / esmagamento por / entre objectos	Remoto	Crítico		Formação	PHS004	1 a 3	2	10	3	1	60
		Trabalhos com abertura de valas	Queda de pessoas a nível diferente (<2 metros)	Frequente	Marginal		Sinalização Formação	PHS013	4 a 10	4	5	3	2	120

Legenda:

Exp.: - Exposição

EPI: Equipamento de Protecção Individual; **EPC:** Equipamentos de Protecção Colectiva; **PHS:** Procedimento de Higiene e Segurança; **Sev. (Severidade):** Nível de Gravidade esperada; **Prev. (Prevenção):** Nível de prevenção previsto

N.º Pessoas: N.º de pessoas expostas ao perigo; **IR:** Índice de Risco

Cálculos: IR= Exp. x Severidade x Prevenção x N.º Pessoas

Não obstante os procedimentos de segurança acima referidos deverá sempre considerar-se, se existirem, os Procedimentos de Segurança estabelecidos pelo dono de obra durante o curso dos trabalhos e os PHS's que se considerem generalistas, com por exemplo:

PHS 001 – Identificação de Perigos e Avaliação dos riscos Profissionais

PHS 002 – Protecção Individual e Colectiva

PHS 037 – Actuação em caso de Acidente

4.1.1.2 Riscos Especiais/Medidas de prevenção dos riscos

Queda em altura

PHS 007 – Trabalhos em altura e com escadas de mão

PHS 008 – Trabalhos em altura em postes metálicos

PHS 009 – Trabalhos em altura com andaimes fixos

Soterramento; Fundações, Escavações, Abertura e fecho de valas.

PHS 012 – Movimentação de Terras

PHS 013 – Abertura de valas ou trincheiras

PHS 030 – Interferência com redes eléctricas subterrâneas

PHS 033 – Exposição ao ruído

PHS 034 – Exposição às vibrações

PHS 043 – Retro escavadora

Riscos químicos

PHS 017 – Utilização de substâncias perigosas (solventes)

PHS 020 – Armazenagem de materiais e substâncias perigosas

Utilização de explosivos

PHS 049 – Uso de explosivos

Ensaio e colocação em serviço.

PHS 006 – Trabalhos próximos de instalações em tensão

PHS 023 – Como actuar em caso de acidente eléctrico

Riscos por montagem de elementos pré - fabricados.

PHS 004 – Movimentação de cargas pesadas

4.2 Ambiente

4.2.1 Condicionamentos à Execução do Parque

A localização definitiva dos aerogeradores, bem como a do edifício de comando e a própria definição do traçado dos acessos, foram ajustadas com base no levantamento topográfico disponível, obedecendo aos condicionamentos resultantes das medidas e recomendações para minimização de impactes ambientais enunciadas na Declaração de Impacte Ambiental, emitida pelo Secretário de Estado do Ambiente em 1 de Março de 2006.

Seguem as medidas e recomendações de carácter mais específico, que constituíram os mais importantes condicionamentos à configuração e concepção dos elementos constituintes do PE CRII:

- ♣ Não foram utilizadas as áreas correspondentes aos parâmetros da Reserva Ecológica Nacional (REN), isto é, áreas com declives superiores a 25% e zonas de cabeceira de linhas de água, tendo sido igualmente preservados os afloramentos rochosos existentes na área do Parque.
- ♣ A implantação de todas as estruturas no terreno - edifício de comando, aerogeradores, acessos e estaleiro - ocorreu em zonas de menor declive e fora dos afloramentos rochosos existentes na área correspondente ao sítio de Cabeço de Rainha II. No caso do edifício de comando e subestação, procurou minimizar-se a sua emergência visual, com o objectivo de assegurar uma boa integração paisagística, tendo sido adoptadas soluções construtivas e materiais adequados para o efeito.
- ♣ Na localização dos aerogeradores considerou-se também a necessidade de manter as visibilidades constantes da minuta de triangulação dos seguintes vértices geodésicos: Cabeço de Rainha, Cabeço de Rainha ES, Cabeço de Rainha ETF5, Besteiras e Lontreira.
- ♣ Na implantação dos aerogeradores foi igualmente tida em conta a necessidade de salvaguardar as servidões radioeléctricas relativas à Estação da ANACOM existente na área do parque, estabelecendo um raio de protecção à estação radioeléctrica de cerca de 930 metros e uma faixa de protecção ao respectivo feixe Hertziano, onde não é permitida a implantação de aerogeradores. As faixas e raios de protecção foram definidos de acordo com os requisitos da ANACOM, conforme informação fornecida em parecer dessa entidade.
- ♣ Outro condicionamento importante à localização dos elementos de obra é a presença de sítios com valor patrimonial. Estes sítios correspondem maioritariamente a lajes rochosas com gravuras insculpidas, que possuem um valor arqueológico importante e portanto não podem ser danificadas, tendo sido estabelecido para tal um raio de protecção de 50 metros para cada um destes sítios patrimoniais.
- ♣ As redes eléctricas internas do PE CRII são subterrâneas, constituídas por cabos isolados dispostos em valas. As valas acompanharão, por princípio, o traçado das

vias de acesso, de forma a evitar a criação de novos caminhos e a passagem de máquinas sobre o terreno natural.

- ♣ O arranque da linha eléctrica de interligação do PE CR11 à rede eléctrica pública é feito a partir do apoio de fim de linha desenvolvendo-se a partir da meia encosta e diminuindo sucessivamente a sua altitude, minimizando assim o seu impacte paisagístico.

É ainda importante chamar a atenção para os Requisitos Ambientais aplicáveis à Execução do presente Parque Eólico. Todos estes requisitos ambientais foram cumpridos durante a totalidade da fase de construção, até porque esta empreitada foi apoiada por um Engenheiro do Ambiente, contratado pelo dono de obra de forma a fazer cumprir todos os requisitos previstos, assim como a implementação de um Plano de Acompanhamento Ambiental da Obra.

4.2.2 Arqueologia

Ficou também a cargo do dono de obra e da sua fiscalização a contratação e posterior acompanhamento arqueológico da empreitada – PE CR11. Tal como a fiscalização a nível ambiental, o arqueólogo faz a vistoria ao parque e acompanha todo o tipo de trabalhos onde é obrigatória o movimento de terras, tais como: escavações para os edifícios, fundações, valas de cabos, etc.

As escavações na vizinhança de construções existentes são executadas com os cuidados necessários para não ser afectada a segurança destas construções.

Ficou a cargo da Jayme da Costa, S.A., como empreiteiro geral, fazer a sensibilização dos manobreadores e trabalhadores, no geral, para a existência de elementos de valor patrimonial nas imediações das zonas de trabalho, e de que estas teriam de ser preservadas.

A equipa de arqueólogos implementou vedações e sinalizações junto a esses elementos, realizando trabalhos de protecção especificados no projecto ou no caderno de encargos, assim como os levantamentos arqueológicos e de registo nacional, caso fossem novos elementos.

A título de exemplo temos o caso da abertura da fundação para o maciço do AG10, que foi escavado junto a uma estrada antiga, após os trabalhos de levantamento e estudos da equipa de arqueólogos, foi parcialmente destruída com a escavação. Neste caso, o dono de obra permitiu esta destruição parcial, uma vez que se tratava de algo não muito relevante mas também porque este aerogerador não podia ser deslocado.

4.2.3 Recuperação paisagística

A primeira tarefa no sentido de estabelecer a concordância mediante superfícies regradadas e harmónicas, em perfeita ligação com o terreno natural, permitindo diminuir ainda mais o impacto visual dos trabalhos que foram necessários à construção do PE CRIL. A modelação dos taludes teve em conta o sistema de drenagem superficial dos terrenos marginais. Desta forma a modelação destes taludes está sujeita aos seguintes princípios:

- ♣ As cristas dos taludes devem ser regularizadas para que constituam superfícies arredondadas (modelação do talude tipo "pescoço de cavalo") e que não permaneçam em arestas vivas;
- ♣ Ao longo da crista e pendente do talude não são permitidas pedras de grande dimensão à superfície, para que esta não se revele visualmente pouco homogénea e desordenada. Deve este material ser empurrado para o pé do talude e aí devidamente arrumado ao longo deste;
- ♣ Todas as superfícies intervencionadas são, no final da sua modelação e regularização, cobertas com uma camada de "terra viva" com espessura média de 0,15 m, a qual deve ser convenientemente espalhada e, caso se mostre com demasiada compactação ou agregação, deve ser escarificada;

Posteriormente, conforme definido Plano de Acompanhamento Ambiental da Obra, procedeu-se à descompactação dos solos em todas as zonas utilizadas durante as obras, como plataformas de montagem dos aerogeradores, valas de cabos, acessos provisórios, estaleiros, zonas de armazenamento de materiais ou equipamentos, etc.

Concluídas estas tarefas foi solicitada a aprovação do trabalho, por parte da fiscalização, para iniciar a aplicação da hidrossementeira. Previamente à aplicação da hidrossementeira, a composição da calda, a mistura de sementes e a densidade de sementeira foram devidamente aprovadas pelo dono de obra. A mistura de sementes a adoptar privilegia as espécies que melhor se adaptam às condições e dados climáticos do local de implantação do projecto e na qual estão presentes espécies actualmente ali ocorrentes.

Assim foi aplicada a seguinte mistura de sementes para a hidrossementeira (mistura Herbáceas para climas frios de montanha):

- ♣ 85% Gramíne
- ♣ 20% Pheum pratense
- ♣ 20% Lolium perenne
- ♣ 20% Festuca rubra
- ♣ 20% Festuca arundinacea
- ♣ 5% Poa trivialis
- ♣ 15% Leguminosas

♣ 10% *Melilotus officinalis*

♣ 5% *Trifolium pratensis*

As áreas a receber a aplicação da hidrossementeira são as plataformas de montagem dos aerogeradores, taludes de aterro e escavação, valas de cabos, estaleiro, envolvente do edifício de comando/subestação, zonas utilizadas para depósitos de materiais ou equipamento, outras áreas onde a vegetação existente tenha sido destruída por motivos relacionados com a obra.

A época apropriada para execução das operações de hidrossementeira é a que decorre entre os meses de Outubro a Março, fora desta altura terá que ser obtida autorização expressa da fiscalização.

Dentro do âmbito da recuperação paisagística e com o objectivo de requalificar a zona de implantação isenta, o mais possível, dos danos da intervenção do homem, todas as terras escavadas impróprias para aterros, nomeadamente a camada de terra vegetal, são transportadas a local de depósito e colocadas de acordo com as indicações dadas pela fiscalização. Todas as zonas de empréstimo de terras são convenientemente niveladas ou regularizadas antes da recepção provisória dos trabalhos, de forma a apresentarem um acabamento aceitável.

5. Conclusões

No presente trabalho foram abordados os temas fundamentais envolvidos directamente na construção de um parque eólico. Obviamente que muitas das tarefas descritas e metodologias utilizadas variam consoante o caderno de encargos de cada obra, o Dono de Obra e suas exigências, mas também depende do empreiteiro geral que executa a empreitada.

Na função de direcção de obra é possível ter contacto directo com todas as tarefas descritas, como cargo de responsabilidade sobre a qualidade, temporização e coordenação/sequência de todos os trabalhos envolvidos. Para tal foi necessário um constante contacto com a empresa empregadora que forneceu todos os conceitos, conhecimentos e ferramentas necessários para conseguir atingir os objectivos propostos e exigidos pelo Dono de Obra, não é de todo obrigatório ser licenciado em Engenharia Civil para ser director de obra, neste tipo de construção. Com as noções de engenharia adquiridas na Universidade adicionada ao empenho, sede de aprendizagem e a humildade para absorver de cada interveniente (da obra) um pouco de conhecimento a aplicar na hora certa em qualquer circunstância, passa a desafio superado.

A vida em obra evidenciou a grande importância na aprendizagem técnica e prática, com a consequente aquisição de experiência profissional, como o contacto com a realidade laboral do nosso país, mas também a realidade dentro das próprias empresas. Estas duas realidades paralelas são extremamente importantes, dada a competitividade no mundo da construção civil, portanto é essencial manter a ética e deontologia profissional no exercício das funções em engenharia, com rigor e honestidade, defendendo sempre a entidade que se representa mas também dignificando a especialidade que se possui – Eng. Geológica.

No momento de desafio que o País enfrenta, a aposta nas Energias Renováveis – Eólica conclui-se firme, ambiciosa e ajustada aos tempos que correm. Já provou criar emprego, mobilizar recursos endógenos, reduzir a factura energética e, em consequência, o défice da balança comercial, diversificar as fontes de acesso e diminuir a dependência energética e a volatilidade dos preços, reduzir emissões de gases com efeitos de estufa, aumentar a competitividade do sector e gerar dinâmicas de cooperação, inovação e internacionalização.

Vivemos cada vez mais numa economia de domínio virtual, somos diariamente bombardeados com informações falsas que tendem para o negativismo exagerado. Vive-se uma preocupação em demasia com o que o país do lado pensa e faz, quando a doença persiste na mentalidade nacional e a cura permanece na mudança urgente dos nossos ideais.

6. Bibliografia

6.1 Bibliografia referenciada

- ♣ REBAP - "Regulamento de estruturas de betão armado e pré-esforçado", Porto Editora, 1995;
- ♣ "Practical Rock Engineering", Evert Hoek, 2000 Edition.
- ♣ "Ingeniería geológica", Luis I. González de Vallejo... [et al.]. - Madrid [etc.], Prentice Hall, 2002.
- ♣ "Compilação de Catálogos Sísmicos da Região Ibérica", LNEC (1992);
- ♣ Tabelas e elementos internos da Empresa Jayme da Costa;
- ♣ Projecto de Execução do Parque Eólico de Cabeço da Rainha II: Volume VIII – Condições Técnicas – Obras De Construção Civil. Volume IX – Anexos - Projecto Memória Descritiva.
- ♣ Norma Portuguesa ENV 206 (1993);
- ♣ Norma Portuguesa EN 12350-2-2002 "Ensaio do betão fresco";
- ♣ Norma Portuguesa ENV 206 "Betão – Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade";
- ♣ www.edp.pt
- ♣ www.portugal.gov.pt
- ♣ <http://www.rocscience.com>
- ♣ www.energiasrenovaveis.com
- ♣ www.alternativasenergias.com/energia-eolica
- ♣ "PORTAL ENERGIA - Notícias e Emprego", 09.11.2010, www.portal-energia.com/protocolo-de-quioto

6.2 Bibliografia recomendada

- ♣ "Fundações Directas Correntes. Recomendações", LNEC E 217/1968;
- ♣ Directivas Europeias transpostas para o enquadramento legal nacional pelos DL n.º 441/91 de 14 de Novembro e DL n.º 155/95 de 1 de Julho, regulamentada pela Portaria n.º 101/96 de 3 de Abril;
- ♣ "Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado" – REBAP (1983);
- ♣ REGEU – "Regulamento geral de edificações urbanas", Porto Editora, 2001;
- ♣ J. D'Arga e Lima – "Betão Armado", LNEC, 1997;
- ♣ Chen, "The Civil Engineering", CRC PRESS, 1998;
- ♣ J. Brazão Farinha, "Tabelas Técnicas", 1998;
- ♣ FEUP – "Projecto de Estruturas, Concepção e Dimensionamento de Fundações", DECivil 1999;

Anexos

Anexo I – Projectos

- ♣ Planta geral do PE CRII (Anexo I.1);
- ♣ Perfil transversal dos acessos tipo (Anexo I.2);
- ♣ Projecto tipo dos aerogeradores (Anexo I.3):
 - Perfil transversal tipo E70;
 - Projecto tipo para fundações E82;
- ♣ Perfil transversal tipo da plataforma e maciços de fundação (Anexo I.4);
- ♣ Perfis Transversais tipo Valas de Cabos (Anexo I.5);
- ♣ Esquema eléctrico geral (Anexo I.6);
- ♣ Esquema geral unifilar (Anexo I.7);

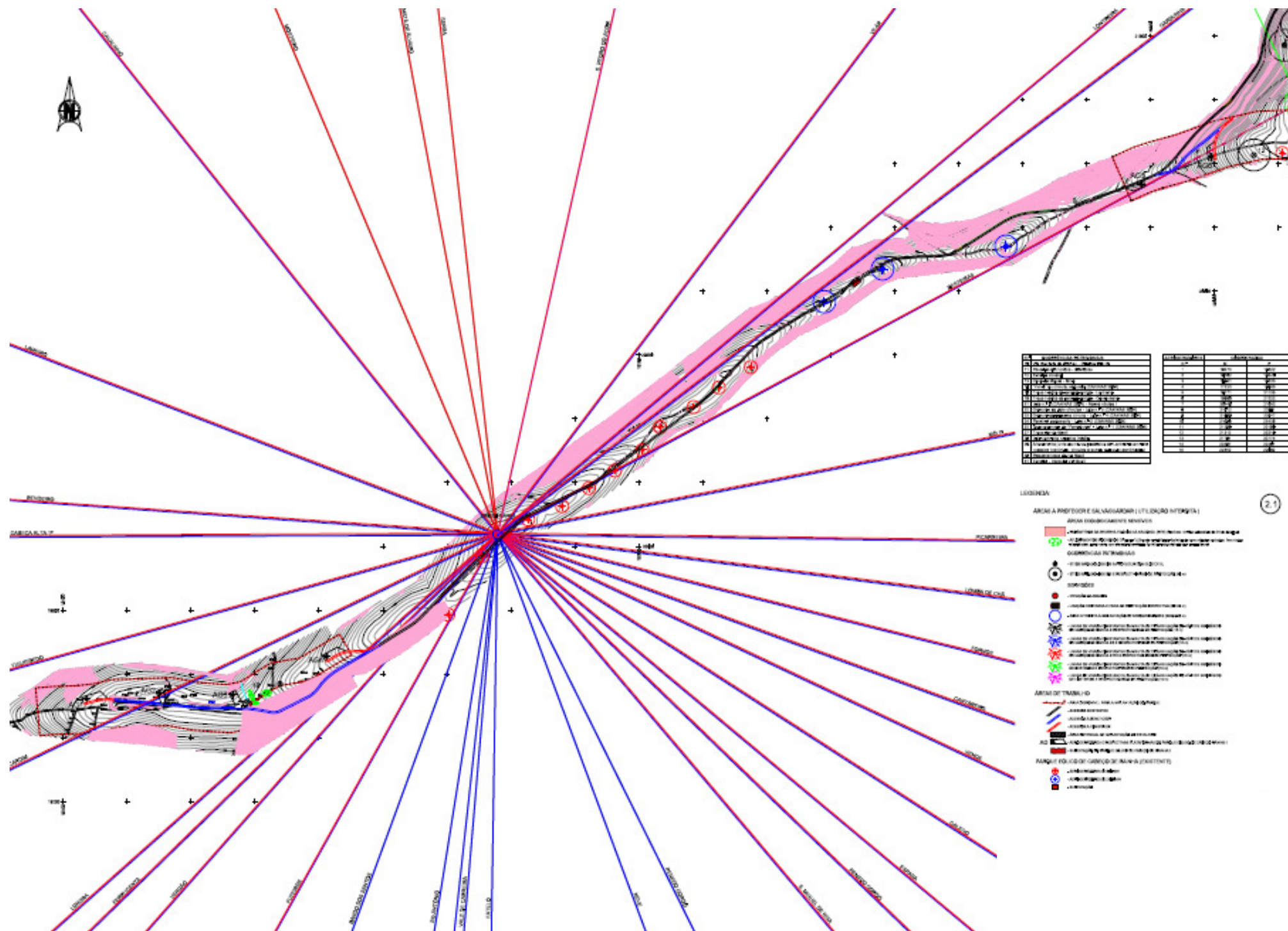
Anexo II – Registos Geológicos

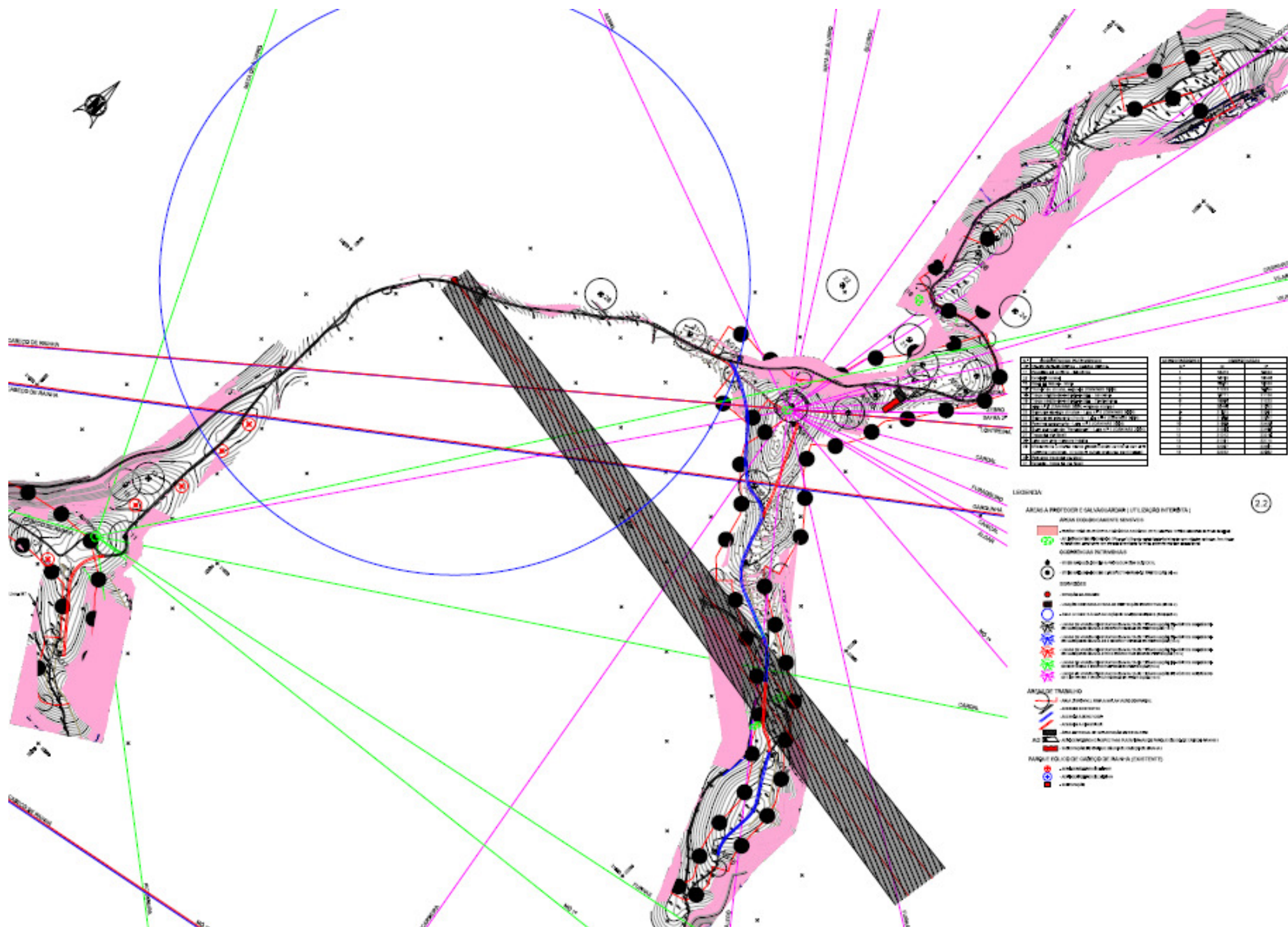
- ♣ Ficha de campo (Anexo II.1);

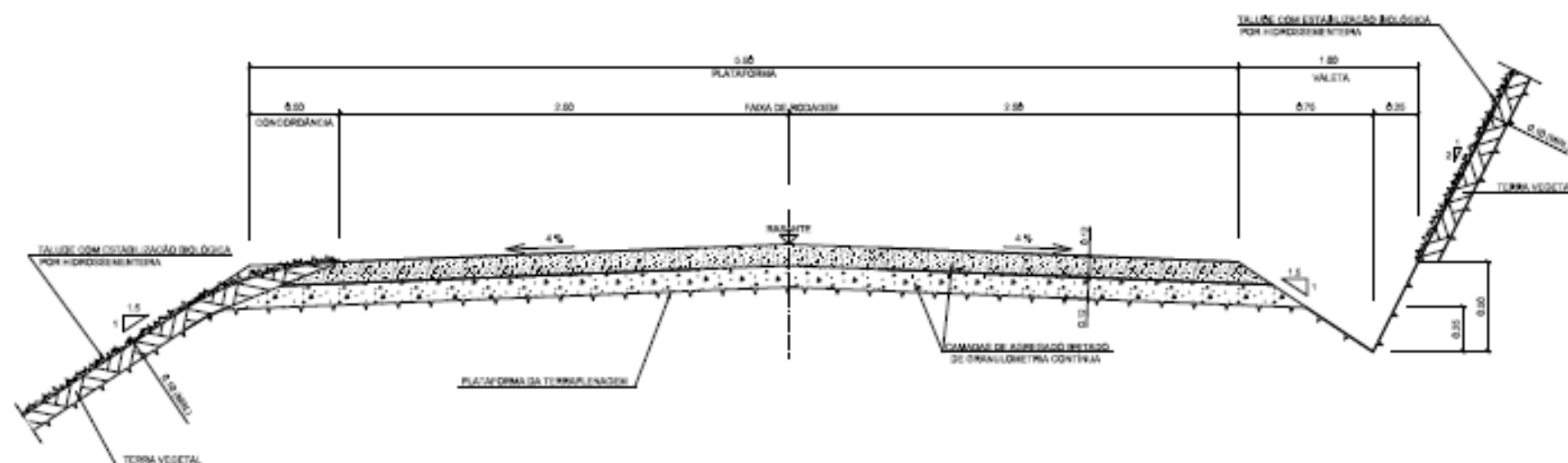
Anexo III – Projectos das Edificações de Apoio

- ♣ Planta de definição de construção civil do Edifício de Comando e Subestação (Anexo III.1);
- ♣ Projecto de Alçados e cortes (Anexo III.2);

Anexo IV – Plano de Trabalhos

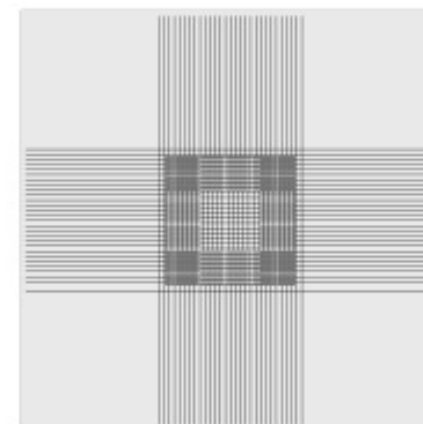
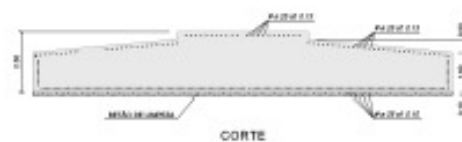




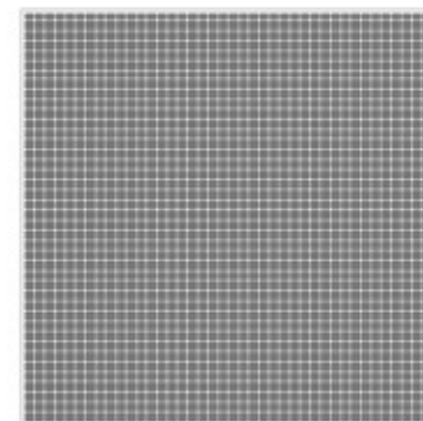
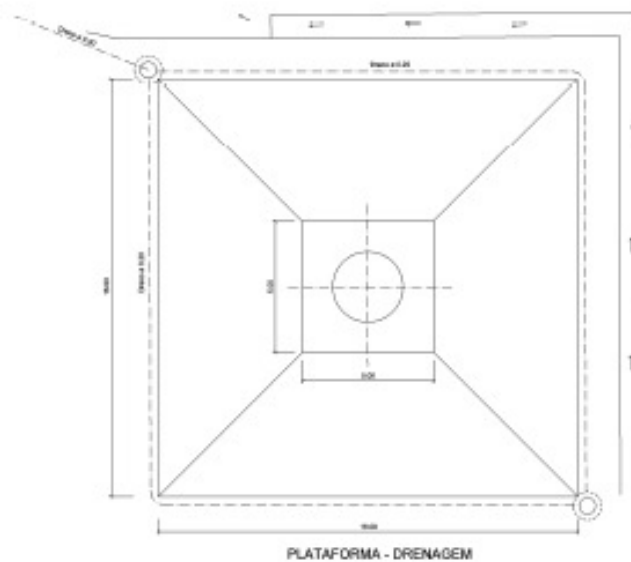


PERFIL TRANSVERSAL TIPO DOS ACESSOS

ESC. 1:20

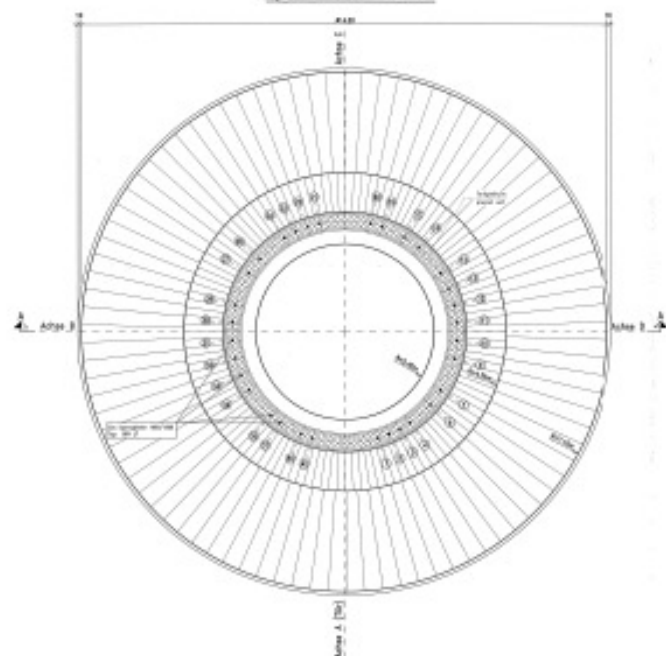


ARMADURA SUPERIOR

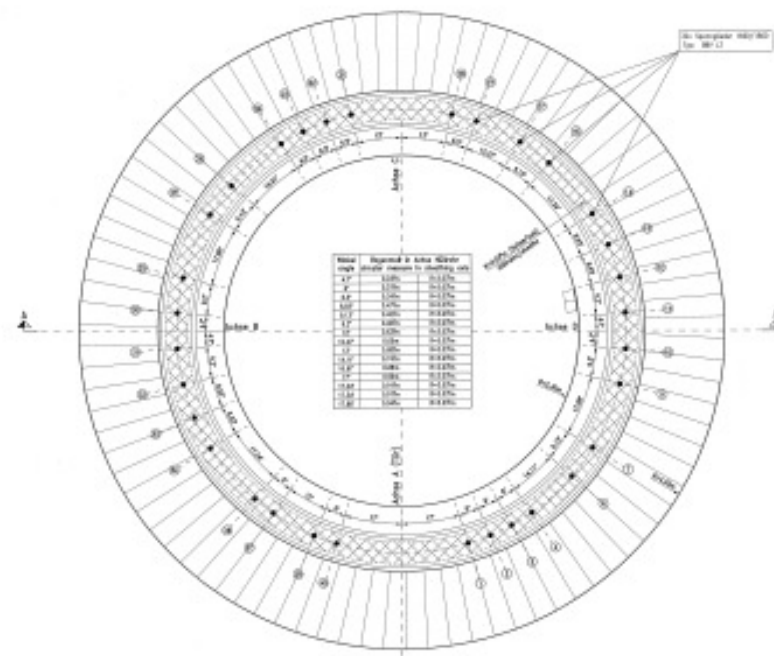


ARMADURA INFERIOR

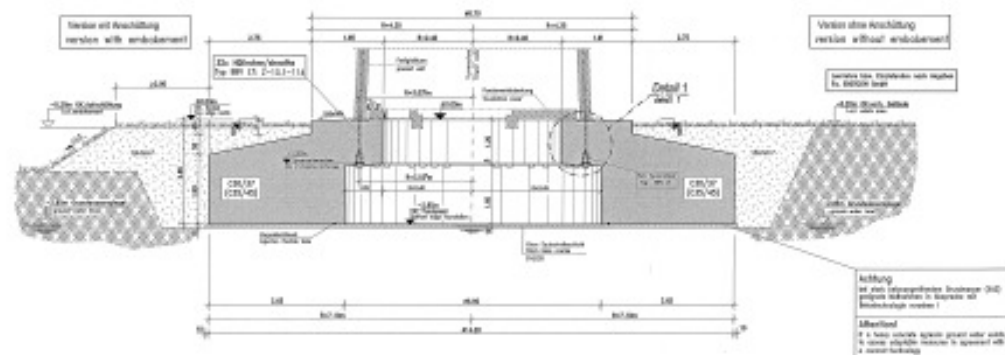
Draufsicht Flachgründung M.1:50
top view flat foundation M.1:50



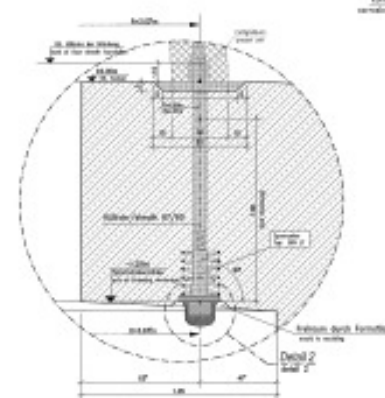
Schnitt section B-B M.1:25



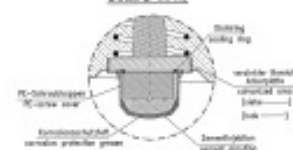
Schnitt section A-A M.1:50



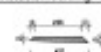
Detail/Detail 1 M.1:10



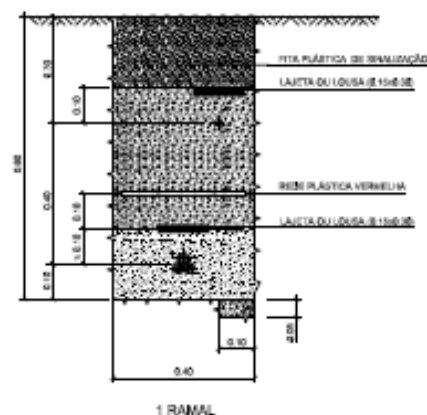
Detail 2 M.1:5



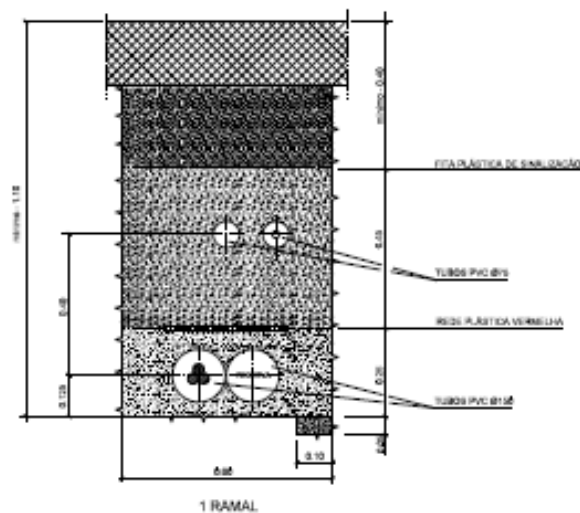
Fernblickansicht M.1:10



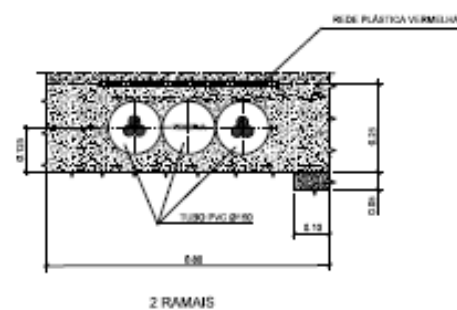
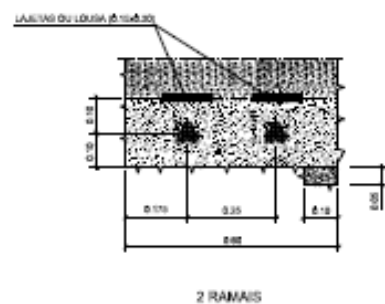
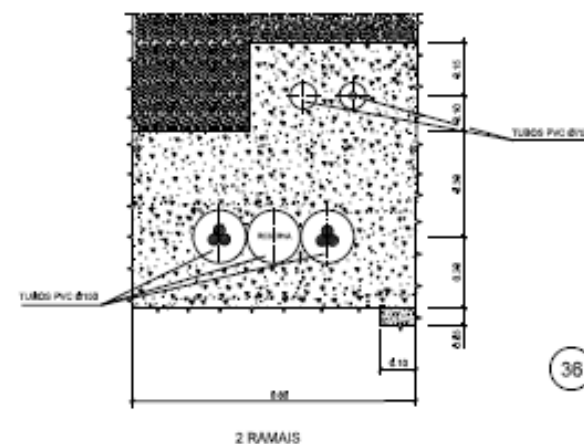
SECÇÃO CORRENTE



SECÇÃO NO ATRAVESSAMENTO DE ACESSOS E NAS PLATAFORMAS DOS AEROGERAADORES

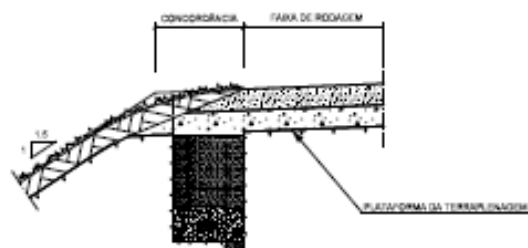


SECÇÃO NO ATRAVESSAMENTO DE LINHAS DE ÁGUA

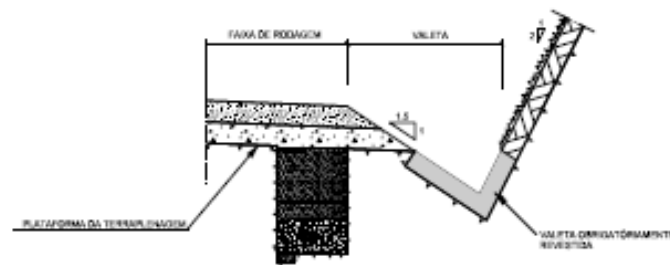


LEGENDA

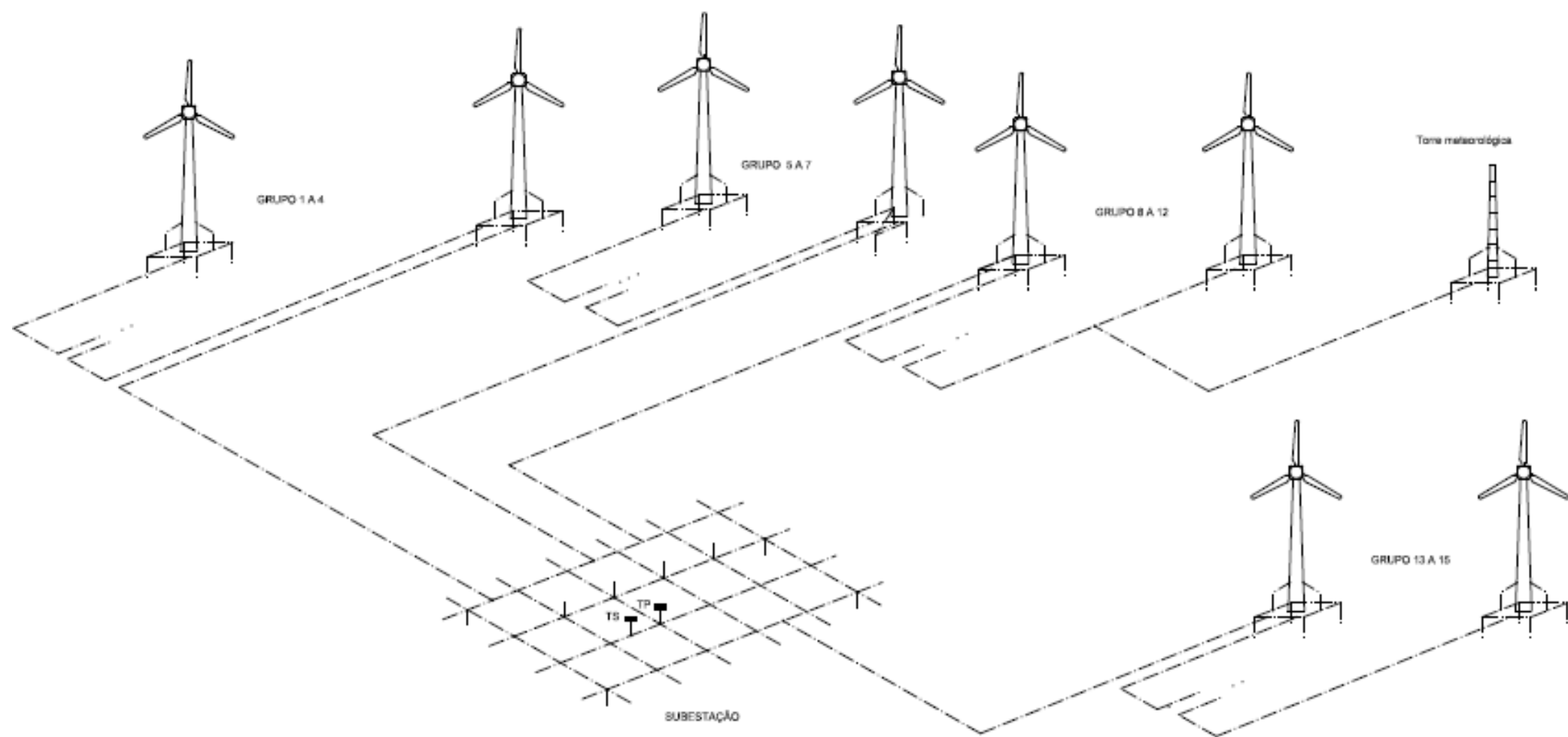
- - CABO DE COBRE NO AEROG
- - CABO DE COBRE
- - CABO DE MEDIDA TORÇÃO
- ▨ - CAIXA DE PAVIMENTO
- ▩ - PRODUTOS DE ESCAVAÇÃO
- ▧ - TERRA COORDINADA E COMPACTADA
- ▦ - AREIA
- ▤ - BENTONITA

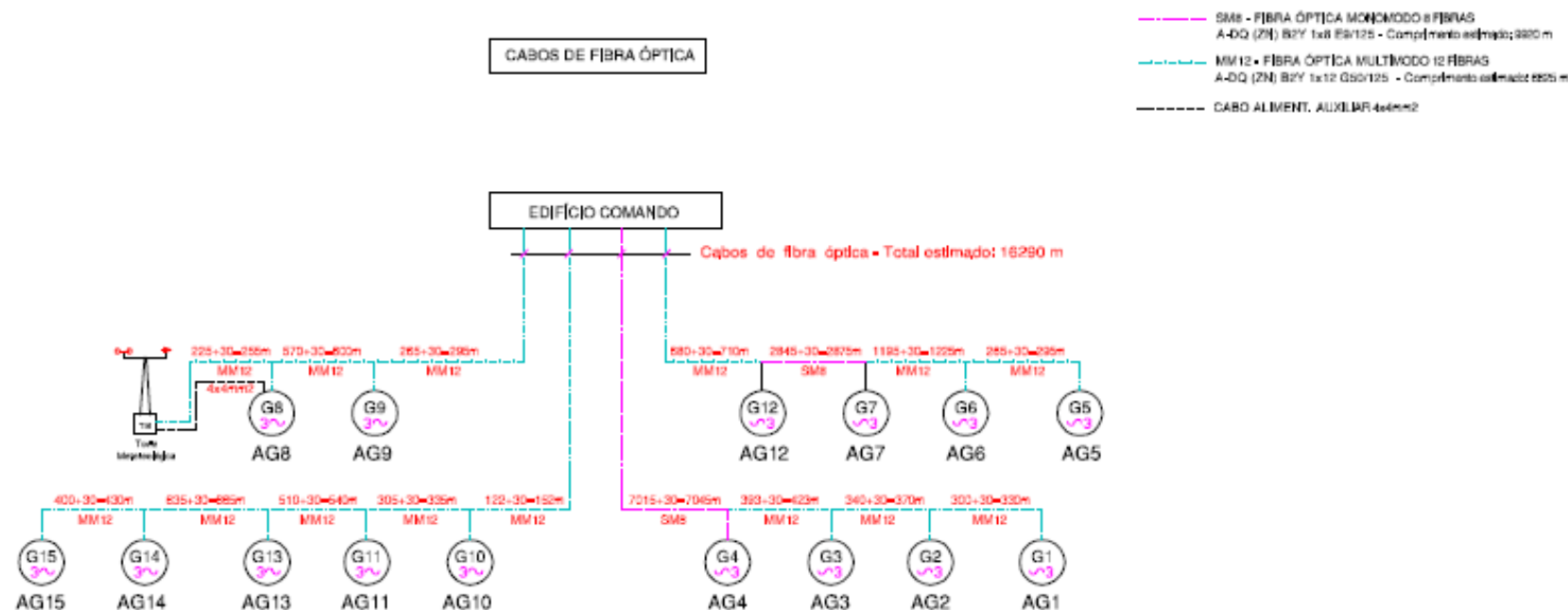


POSICIONAMENTO DA VALA
EM PERFIL DE ATERRO
ESC. 1:20





POSICIONAMENTO DA VALA
EM PERFIL DE ESCAVAÇÃO
ESC. 1:20





COMUNICAÇÃO DE DADOS

REV.	DESCRIÇÃO	DATA	ALTERADO	APROVADO
C	INCLUSÃO DA TORRE METEOROLÓGICA	25-02-08	V. ANDRIM	
B	ULTIMAS MEDIDAS APÓS CORRECÇÃO DO PERÍMETRO ENTRE AG8, 7 E 12	15-02-08	V. ANDRIM	
A	OS NTOs 3, 2 e 1 FORAM USADOS AO 4.	07-02-08	V. ANDRIM	

 Jayme da Costa Projectos e Engenharia, S.A. Rua da 15 de Outubro, 220 - 4150-101 Paços		PROJECTO		PARQUE EÓLICO DE CABEÇO DE RAINHA II	
		CLIENTE		ENERNOVA - NOVAS ENERGIAS, S.A.	
PROJECTO: Eng. R. TAVARES DESENHO: V. ANDRIM VERIFICOU: APROVOU: DATA: 06-02-2008		TÍTULO		DESENHO N.º: 077949-03-004 C	
		COMUNICAÇÃO DE DADOS - FIBRA ÓPTICA - ESQUEMA GERAL UNIFILAR		Escola: Substituído Substituído	
				Projecto N.º:	

Relatórios Geológico

AG nº:

Local:
Estado do tempo:
Diâmetro:
Terra vegetal:
Meios mecânicos utilizados:

Dia:
Litologias:
Altura:
Nível Freático:

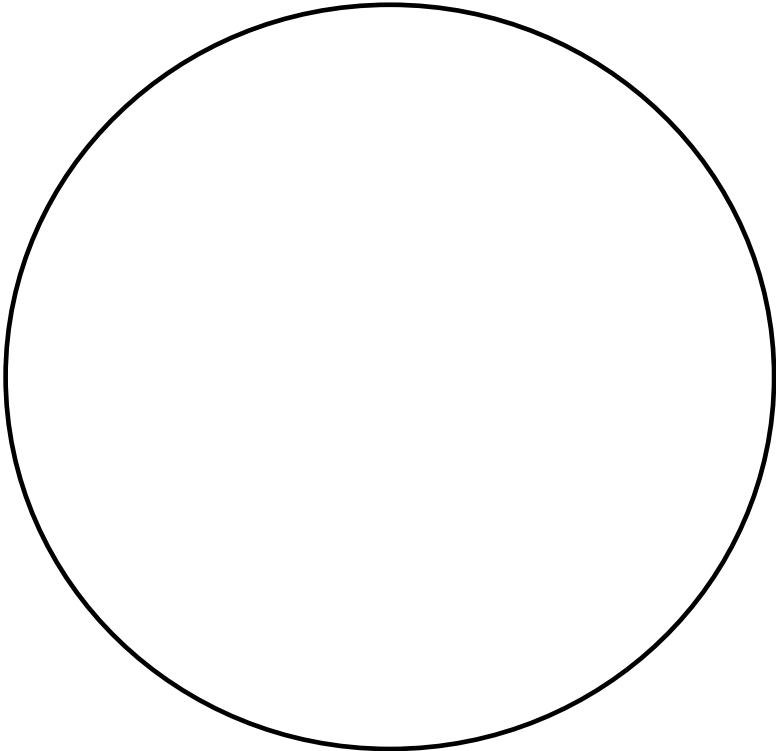


Foto geral nº:

Xistosidades:	Medida em:
Diáclases:	Medida em:

Mineralogia:

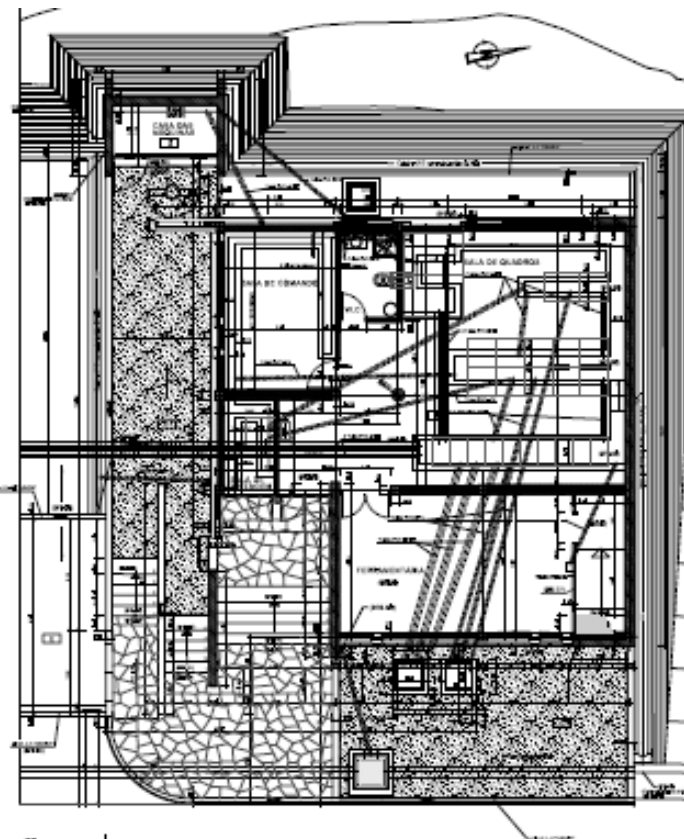
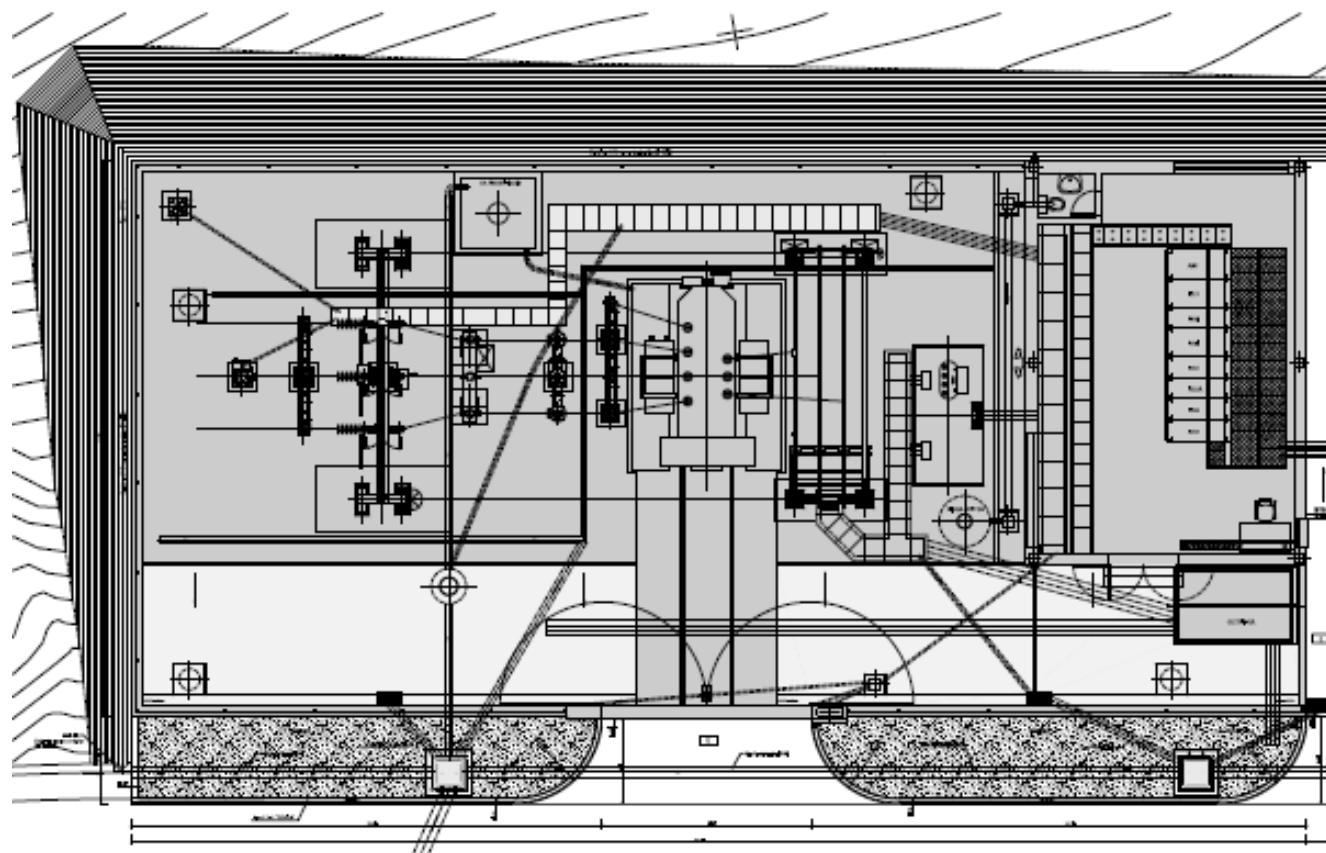
Falhas:

Alteração:

Resistência:

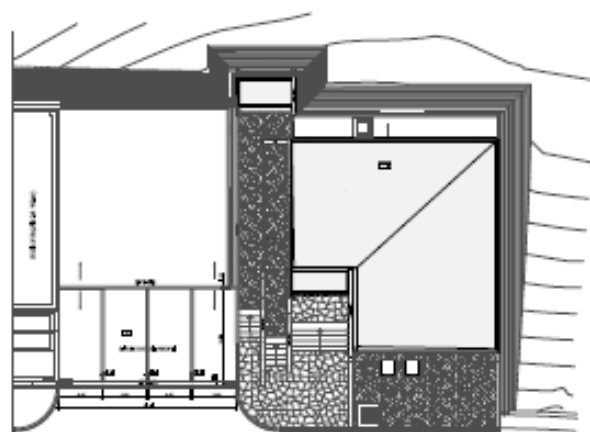
Estado de Fracturação:

Observações:



1. Zona de control
 2. Zona de control de acceso
 3. Zona de control de acceso de personal

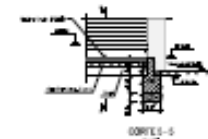
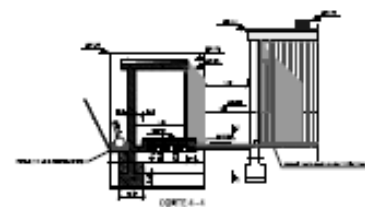
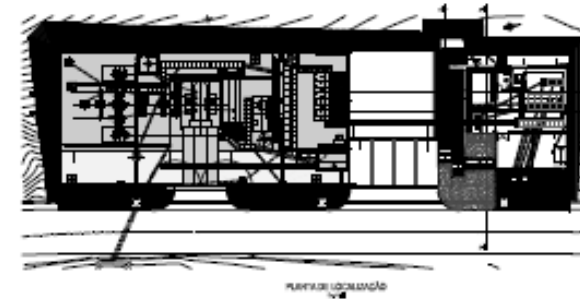
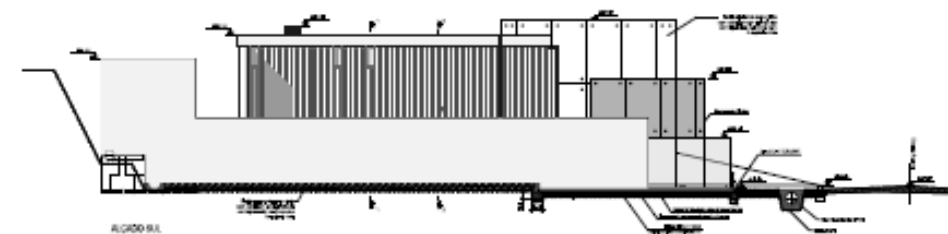
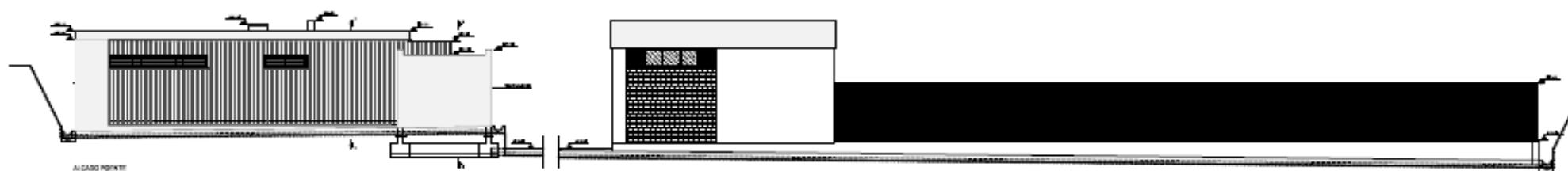
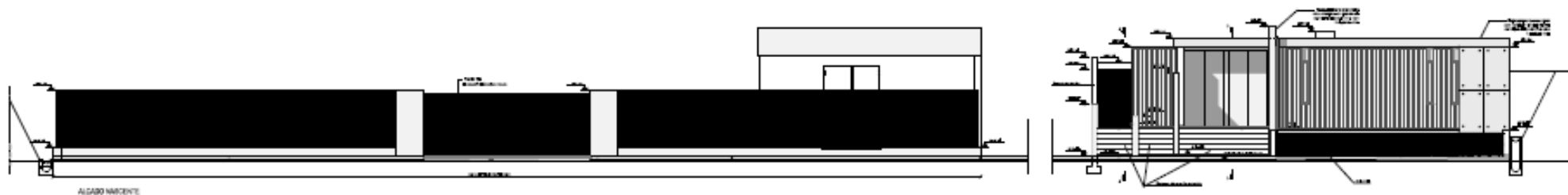
PUNTA



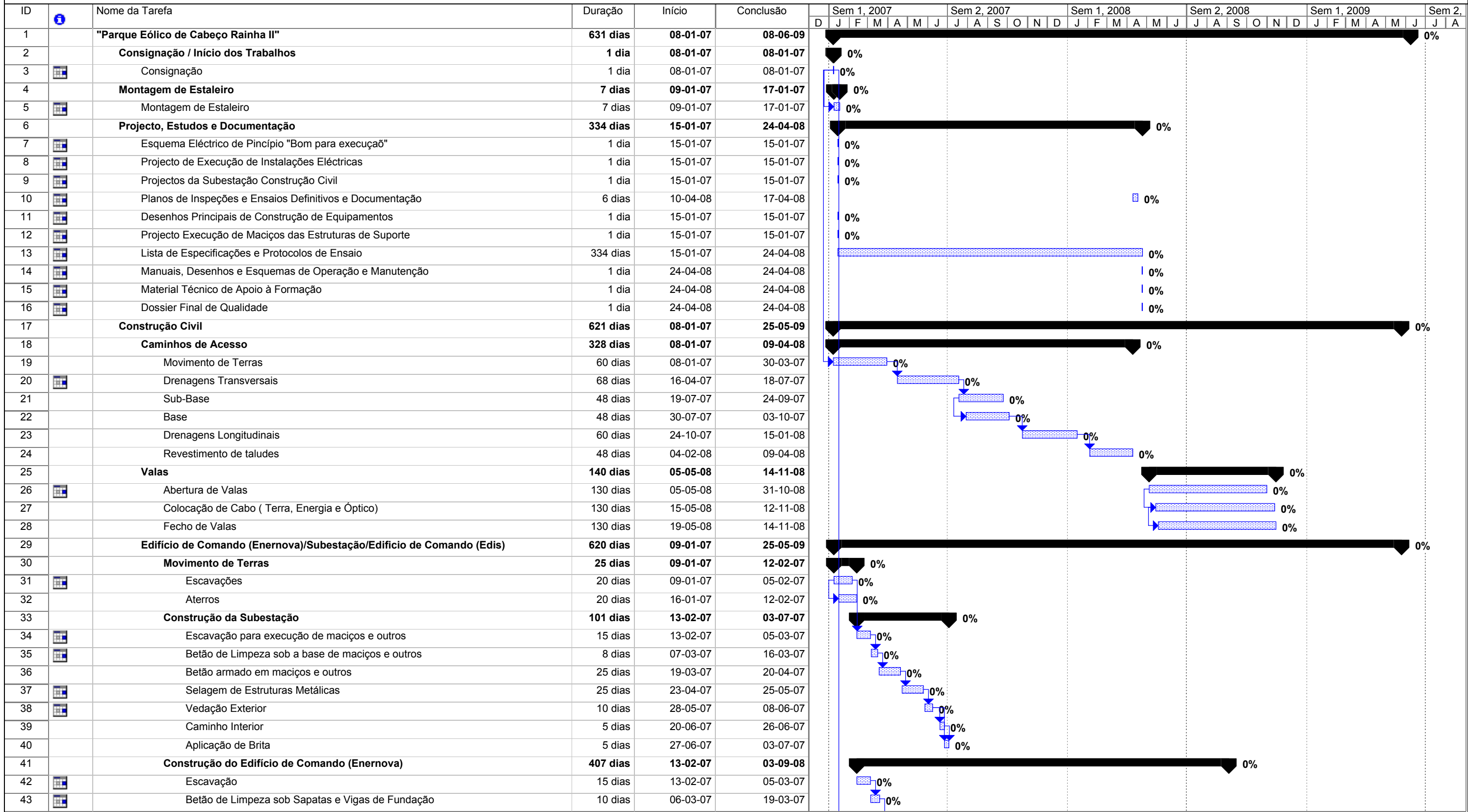
PUNTA DE COBERTURA

NOTA:
 1. Zona de control de acceso de personal
 2. Zona de control de acceso de personal de seguridad

LEGENDA
 1. Zona de control de acceso de personal
 2. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 3. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 4. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 5. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 6. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 7. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 8. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 9. Zona de control de acceso de personal de seguridad
 10. Zona de control de acceso de personal de seguridad



- 20
- 1. ALGADO NASCENTE
 - 2. ALGADO PRATEO
 - 3. ALGADO BR
 - 4. ALGADO PRATEO
 - 5. ALGADO NASCENTE
 - 6. ALGADO PRATEO
 - 7. ALGADO BR
 - 8. ALGADO PRATEO
 - 9. ALGADO NASCENTE
 - 10. ALGADO PRATEO
 - 11. ALGADO BR
 - 12. ALGADO PRATEO
 - 13. ALGADO NASCENTE
 - 14. ALGADO PRATEO
 - 15. ALGADO BR
 - 16. ALGADO PRATEO
 - 17. ALGADO NASCENTE
 - 18. ALGADO PRATEO
 - 19. ALGADO BR
 - 20. ALGADO PRATEO



Projecto: PT PE Cabeço Rainha II Rel
Data: 15-03-10

Crítica

Crítica Divisão

Crítica Progresso

Tarefa

Dividir

Progresso da Tarefa

Plano Base

Divisão do Plano Base

Marco do Plano Base

Marco

Resumo do Progresso

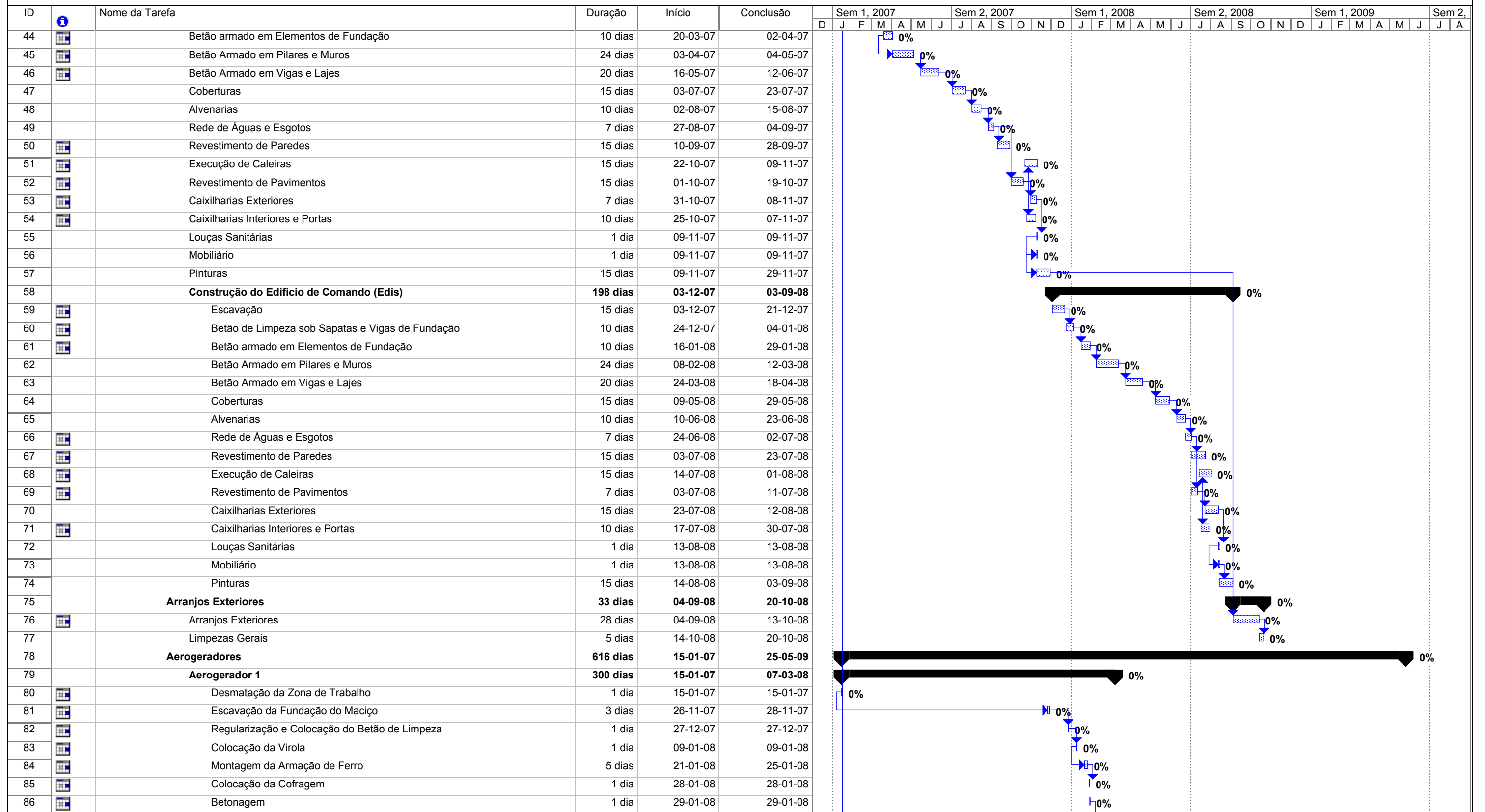
Sumário

Resumo de Projecto

Tarefas Externas

Marco Externo






































































Prazo



Projecto: PT PE Cabeço Rainha II Re/
Data: 15-03-10

Crítica	<div></div>	Dividir	<div></div>	Marco do Plano Base	<div></div>
Crítica Divisão	<div></div>	Progresso da Tarefa	<div></div>	Marco	<div></div>
Crítica Progresso	<div></div>	Plano Base	<div></div>	Resumo do Progresso	<div></div>
Tarefa	<div></div>	Divisão do Plano Base	<div></div>	Sumário	<div></div>

Resumo de Projecto	<div></div>
Tarefas Externas	<div></div>
Marco Externo	<div></div>
Prazo	<div></div>

ID		Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Sem 1, 2007							Sem 2, 2007					Sem 1, 2008							Sem 2, 2008							Sem 1, 2009							Sem 2,		
						D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A			
87		Cura de Betão e Trabalhos Acessórios	23 dias	30-01-08	29-02-08															0%																					
88		Regularização da Plataforma	2 dias	05-03-08	06-03-08															0%																					
89		Tout-Venant da Plataforma	1 dia	07-03-08	07-03-08															0%																					
90		Aterro da Fundação/Maciço	2 dias	03-03-08	04-03-08															0%																					
91		Aerogerador 2	39 dias	05-03-08	28-04-08															0%																					
92		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	05-03-08	05-03-08															0%																					
93		Escavação da Fundação do Maciço	3 dias	05-03-08	07-03-08															0%																					
94		Regularização e Colocação do Betão de Limpeza	1 dia	10-03-08	10-03-08															0%																					
95		Colocação da Virola	1 dia	11-03-08	11-03-08															0%																					
96		Montagem da Armação de Ferro	5 dias	11-03-08	17-03-08															0%																					
97		Colocação da Cofragem	1 dia	18-03-08	18-03-08															0%																					
98		Betonagem	1 dia	19-03-08	19-03-08															0%																					
99		Cura de Betão e Trabalhos Acessórios	23 dias	20-03-08	21-04-08															0%																					
100		Regularização da Plataforma	2 dias	24-04-08	25-04-08															0%																					
101		Tout-Venant da Plataforma	1 dia	28-04-08	28-04-08															0%																					
102		Aterro da Fundação/Maciço	2 dias	22-04-08	23-04-08															0%																					
103		Aerogerador 3	39 dias	24-04-08	17-06-08															0%																					
104		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	24-04-08	24-04-08															0%																					
105		Escavação da Fundação do Maciço	3 dias	24-04-08	28-04-08															0%																					
106		Regularização e Colocação do Betão de Limpeza	1 dia	29-04-08	29-04-08															0%																					
107		Colocação da Virola	1 dia	30-04-08	30-04-08															0%																					
108		Montagem da Armação de Ferro	5 dias	30-04-08	06-05-08															0%																					
109		Colocação da Cofragem	1 dia	07-05-08	07-05-08															0%																					
110		Betonagem	1 dia	08-05-08	08-05-08															0%																					
111		Cura de Betão e Trabalhos Acessórios	23 dias	09-05-08	10-06-08															0%																					
112		Regularização da Plataforma	2 dias	13-06-08	16-06-08															0%																					
113		Tout-Venant da Plataforma	1 dia	17-06-08	17-06-08															0%																					
114		Aterro da Fundação/Maciço	2 dias	11-06-08	12-06-08															0%																					
115		Aerogerador 4	39 dias	13-06-08	06-08-08															0%																					
116		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	13-06-08	13-06-08															0%																					
117		Escavação da Fundação do Maciço	3 dias	13-06-08	17-06-08															0%																					
118		Regularização e Colocação do Betão de Limpeza	1 dia	18-06-08	18-06-08															0%																					
119		Colocação da Virola	1 dia	19-06-08	19-06-08															0%																					
120		Montagem da Armação de Ferro	5 dias	19-06-08	25-06-08															0%																					
121		Colocação da Cofragem	1 dia	26-06-08	26-06-08															0%																					
122		Betonagem	1 dia	27-06-08	27-06-08															0%																					
123		Cura de Betão e Trabalhos Acessórios	23 dias	30-06-08	30-07-08															0%																					
124		Regularização da Plataforma	2 dias	04-08-08	05-08-08															0%																					
125		Tout-Venant da Plataforma	1 dia	06-08-08	06-08-08															0%																					
126		Aterro da Fundação/Maciço	2 dias	31-07-08	01-08-08															0%																					
127		Aerogerador 8	32 dias	04-08-08	16-09-08															0%																					
128		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	04-08-08	04-08-08															0%																					

Projecto: PT PE Cabeço Rainha II Re/
Data: 15-03-10

Crítica

Crítica Divisão

Crítica Progresso

Tarefa

Dividir

Progresso da Tarefa

Plano Base

Divisão do Plano Base

Marco do Plano Base

Marco

Resumo do Progresso

Sumário

Resumo de Projecto

Tarefas Externas

Marco Externo

Prazo

Página 3

ID		Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Sem 1, 2007							Sem 2, 2007					Sem 1, 2008					Sem 2, 2008					Sem 1, 2009					Sem 2,				
						D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
130		Regularização da Plataforma (dependente da Enercon)	8 dias	28-08-08	08-09-08																																
131		Tout-Venant da Plataforma (dependente da Enercon)	6 dias	09-09-08	16-09-08																																
132		Aterro da Fundação/Maciço (dependente da Enercon)	8 dias	18-08-08	27-08-08																																
133		Aerogerador 9	32 dias	28-08-08	10-10-08																																
134		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	28-08-08	28-08-08																																
135		Escavação da Fundação do Maciço	5 dias	28-08-08	03-09-08																																
136		Regularização da Plataforma (dependente da Enercon)	8 dias	23-09-08	02-10-08																																
137		Tout-Venant da Plataforma (dependente da Enercon)	6 dias	03-10-08	10-10-08																																
138		Aterro da Fundação/Maciço (dependente da Enercon)	8 dias	11-09-08	22-09-08																																
139		Aerogerador 10	32 dias	23-09-08	05-11-08																																
140		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	23-09-08	23-09-08																																
141		Escavação da Fundação do Maciço	5 dias	23-09-08	29-09-08																																
142		Regularização da Plataforma (dependente da Enercon)	8 dias	17-10-08	28-10-08																																
143		Tout-Venant da Plataforma (dependente da Enercon)	6 dias	29-10-08	05-11-08																																
144		Aterro da Fundação/Maciço (dependente da Enercon)	8 dias	07-10-08	16-10-08																																
145		Aerogerador 5	31 dias	17-10-08	28-11-08																																
146		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	17-10-08	17-10-08																																
147		Escavação da Fundação do Maciço	4 dias	17-10-08	22-10-08																																
148		Regularização da Plataforma (dependente da Enercon)	8 dias	11-11-08	20-11-08																																
149		Tout-Venant da Plataforma (dependente da Enercon)	6 dias	21-11-08	28-11-08																																
150		Aterro da Fundação/Maciço (dependente da Enercon)	8 dias	30-10-08	10-11-08																																
151		Aerogerador 6	32 dias	11-11-08	24-12-08																																
152		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	11-11-08	11-11-08																																
153		Escavação da Fundação do Maciço	5 dias	11-11-08	17-11-08																																
154		Regularização da Plataforma (dependente da Enercon)	8 dias	05-12-08	16-12-08																																
155		Tout-Venant da Plataforma (dependente da Enercon)	6 dias	17-12-08	24-12-08																																
156		Aterro da Fundação/Maciço (dependente da Enercon)	8 dias	25-11-08	04-12-08																																
157		Aerogerador 7	32 dias	05-12-08	19-01-09																																
158		Desmatção da Zona de Trabalho	1 dia	05-12-08	05-12-08																																
159		Escavação da Fundação do Maciço	5 dias	05-12-08	11-12-08																																
160		Regularização da Plataforma (dependente da Enercon)	8 dias	31-12-08	09-01-09																																
161		Tout-Venant da Plataforma (dependente da Enercon)	6 dias	12-01-09	19-01-09																																
162		Aterro da Fundação/Maciço (dependente da Enercon)	8 dias	19-12-08	30-12-08																																
163		Aerogerador 12	32 dias	31-12-08	12-02-09																																

Projecto: PT PE Cabeço Rainha II Re/
Data: 15-03-10

Crítica

Crítica Divisão

Crítica Progresso

Tarefa

Dividir

Progresso da Tarefa

Plano Base

Divisão do Plano Base

Marco do Plano Base

Marco

Resumo do Progresso

Sumário

Resumo de Projecto

Tarefas Externas

Marco Externo

Prazo

